

Funksie en doel in lewende organismes: uit die perspektief van kompleksiteitsdenkers en biologie-filosowe

deur
 Tanja Malan

*Tesis ingelewer ter voldoening aan die vereistes vir die graad van
Magister in Filosofie in die Fakulteit Lettere en Sosiale Wetenskappe aan
die Universiteit Stellenbosch*



Studieleier: Dr. M.L. Woermann

Maart 2016

Verklaring

Deur hierdie tesis elektronies in te lewer, verklaar ek dat die geheel van die werk hierin vervat, my eie, oorspronklike werk is, dat ek die alleenouteur daarvan is (behalwe in die mate uitdruklik anders aangedui), dat reproduksie en publikasie daarvan deur die Universiteit Stellenbosch nie derdepartyregte sal skend nie en dat ek dit nie vantevore, in die geheel of gedeeltelik, ter verkryging van enige kwalifikasie aangebied het nie.

Maart 2016

Kopiereg © 2016 Universiteit Stellenbosch

Alle regte voorbehou

OPSOMMING

Die doel van hierdie tesis is om die twee konsepte, *funksie* en *doel*, te herbesoek en te herbesin. Hierdie twee konsepte word verwarrend en somtyds verwisselend met mekaar gebruik en daarom vind ek 'n nadere bestudering van die twee konsepte noodsaaklik. In my uitbreiding oor funksies gaan ek veral gebruik maak van idees in biologie. Ek gaan veral van die skrywe van Robert Rosen (1991) gebruik maak as uitgangspunt. Alhoewel ek van kompleksiteitsdenkers se literatuur gebruik maak, soos Edgar Morin (1992, 2006a, 2006b, 2008) en Paul Cilliers (2000, 2005), om Rosen se idee aan te vul en te ondersteun, sal die literatuur grotendeels dié wees van biologie-filosowe en nie streng filosofies nie. Die twee vernaamste boeke waarin Rosen die twee begrippe, funksie en doel, verduidelik is *Life itself* (1991) en *Anticipatory systems* (2012) onderskeidelik. Die laasgenoemde boek is tegnies van aard en gaan ek die werke van Roberto Poli (1972, 2009, 2010, 2013, 2014) gebruik wat op Rosen se idee van antisipasie uitbrei. 'n Herbesinning oor die onderwerpe, funksie en doel, is nie volwaardig indien die werke van Aristoteles nie ook herbesoek word nie. Aristoteles se idee oor die vier oorsaaklikheidsverduidelikings gaan van vele nut wees om die twee terme van mekaar te skei, veral hoe Rosen op hierdie idee van Aristoteles uitbrei as sisteme ter sprake is.

Ek argumenteer dat 'n item ter sprake¹ nie 'n absolute funksie vervul nie. Met behulp van die relasionelebiologiebenadering, wat klem plaas op die dinamiese en ryk interaksie tussen komponente in 'n sisteem, voer ek aan dat funksie konteksgebonde is. Indien die konteks verander is dit moontlik vir die item om 'n ander funksie te vervul, of selfs geen funksie meer nie. Hierdie benadering beweeg weg van 'n normatiewe siening oor funksie wat beweer wat 'n funksie van 'n item *behoort* te wees, maar bepaal eerder die funksie binne 'n sekere konteks en wat dit werklik *is*. Hoe ons die funksie van 'n item kan bepaal word ook verduidelik.

Anders as funksie, inkorporeer *doel* die idee van die toekoms. 'n Lewende organisme stel vir haar 'n doel wat sy graag wil bereik in die toekoms. Eerder om die toekoms te beskou as iets tasbaars wat 'n invloed het op die hede, argumenteer ek in hierdie

¹ Die *item ter sprake* sal deurgaans in hierdie tesis verwys na die spesifieke voorwerp, lewende organisme of nie-lewende sisteem wie/wat ons die funksie van wil bepaal.

tesis dat die idee van die toekoms in die hede ingetrek word en wat beskou word as 'n *huidige model van die toekoms*. Doel, sal ek aanvoer is 'n antisiperende model wat lewende organismes in die hede skep om so dus besluite te maak op grond van die idee van die toekoms. Antisiperende modelle is opdateerbaar, en soos in die geval van funksie, is dit nie absoluut nie maar eerder *voorlopig*.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to revisit and rethink the two concepts: *function* and *purpose*. These two concepts are often confused with each other and are sometimes even used synonymously. I find this study necessary to distinguish between the two concepts as well as to find their similarities. To expand on the concept of function, I will rely heavily on ideas from biology, and will make use of the works of Robert Rosen (1991) as a point of departure. Even though I will use literature from complexity thinkers, such as Edgar Morin (1992, 2006a, 2006b, 2008) and Paul Cilliers (2000, 2005), to elaborate and to support Rosen's ideas, the literature used in this thesis will mostly consist of biology-philosophers and will not be strictly philosophical. The concept of function appears in Rosen's book *Life itself* (1991) and the concept of purpose appears in the book *Anticipatory systems* (2012). The book, *Anticipatory systems* (2012), is very technical in nature and I will therefore use the works of Roberto Poli (1972, 2009, 2010, 2013, 2014), who builds on Rosen's ideas, to elaborate on the idea of purpose. Rethinking the concepts, function and purpose, will be of little value without revisiting Aristotle's ideas about these concepts. Aristotle's idea regarding the four causes will be of great help in distinguishing between these concepts, as well as Rosen's further elaboration on Aristotle's four causes.

I argue that the item in question² does not have an absolute function. By using the relational biology approach to function, which emphasize the rich and dynamic interaction between components of a system, I will argue that function can only be determined in a context, hence it is context dependent. If the context of the item in question changes, its interactions change and therefore makes it possible to have a different function in that context, or even no function at all. This approach moves away from a normative view of function which tries to determine what the function of an item in question *should* be, but rather determines what the function of an item in question *is* within a context. How we can determine the function of an item in question will also be discussed.

² The *item in question* will refer throughout this thesis to that item which we are determining the function of, whether the item in question is an object, a non-living system, or a living system.

Purpose is different to function because it incorporates the idea of the future. A living organism sets a purpose for herself that she would like to achieve in the future. The future is not something tangible that has a direct influence on the present, but I will argue that we pull the idea of the future into the present in what can be called the *present model of the future*. Purpose, I will further argue, is an anticipatory model which living organisms set in the present to make decisions in that present based on that model. These anticipatory models can be updated, thus purpose, as in the case of function, is not absolute but always *provisional*.

Bedankings

My eerste woord van dank gaan aan my broer, Gerhard Malan, vir die finansiële ondersteuning gedurende my tersiêre onderrig. Sonder hierdie groot steun van jou af sou hierdie tesis nie moontlik gewees het nie. Ek waardeer dit opreg.

Tweedens, baie dankie aan my studieleier, dr Minka Woermann, vir jou wysheid en leiding om dinge raak te sien in my argument wat ek misgekyk het, en ook vir jou hulp met die vorming van hierdie tesis. Ek stel die tyd hoog op prys wat jy ingesit het om my te help om hierdie tesis suksesvol te kon voltooi.

'n Woord van dank aan my ma en my broer (weer) vir die emosionele ondersteuning wat julle bied. Dankie dat julle my ondersteun in wat ek doen al maak dit nie altyd vir julle sin nie.

Dankie aan prof Jannie Hofmeyr wat my weetgierigheid in die onderwerp verlewendig het. Om van u kennis gebruik te maak was vir my 'n groot eer en voorreg; baie dankie daarvoor.

Laastens, baie dankie aan my vriende en werkskollegas, veral Lizelle Franken en prof Johan Hattingh, vir die motivering gedurende die skryf van hierdie tesis. Julle woorde van motivering en grappige afleidings was gerusstellend, 'n welkomende omhelsing, en in meeste gevalle 'n lewensredding.

Vir my **pa** wie se dood my met meer vrae as antwoorde gelos het,
en vir my oorlede studieleier, **prof Paul Cilliers**
(oorlede voor die voltooiing van hierdie tesis),
wat my die kompleksiteit uitgewys het
nie net in die soeke en 'beantwoording' van vrae nie,
maar ook die verwondering en kompleksiteit om hierdie vrae
as lewende wese in die eerste plek te kan vra
– die onontkombare en onvermydelike van menswees.

Julle sal deerlik gemis word.

INHOUDSOPGAWE

INLEIDING	1
HOOFSUK 1 : Die oorlewingswaardebenadering	8
1.1. Die oorlewingswaardebenadering	9
1.1.1. Die geneigdheidsteorie	14
1.1.2. Etiologieseteorie	16
1.1.3. Die geneigdheidsteorie teenoor die etiologieseteorie	18
1.1.4. Oorsaaklikheid	22
1.2. Funksie as verduideliking	24
1.3. Kritiek op die oorlewingswaardebenadering	30
GEVOLGTREKKING	32
HOOFSUK 2 : Die relasionelebiologiebenadering	34
2.1. Die relasionelebiologiebenadering	35
2.2. Komponente en hulle interaksies	44
2.3. Geïsoleerde-, geslote- en oop sisteme	52
2.4. Outopoiëtiese sisteme	57
GEVOLGTREKKING	65
HOOFSUK 3 : Die vier oorsaaklikheidsverduidelikings van Aristoteles	72
3.1. Die vier oorsake	74
3.1.1. Die materiële- en formele oorsaak	77
3.1.2. Die effisiënte oorsaak	84

3.1.3. Die finale oorsaak	89
3.2. Die modellering van relasies	93
3.3. Finale oorsaak, funksie, doel en <i>telos</i>	99
GEVOLGTREKKING	105
HOOFSTUK 4 : Doel as 'n antisiperende model	109
4.1. Die proses van raming	111
4.2. Antisiperende modelle	120
4.3. Die dik hede	130
4.4. Die metafoor van die horison	138
GEVOLGTREKKING	144
GEVOLGTREKKING	148
BIBLIOGRAFIE	164

INLEIDING

Funksie en *doel*, as onderwerpe, was nog altyd en is steeds 'n weetgierigheid van die mens. Sommige skrywers maak 'n toespeling op 'n goddelikheid wanneer daar na die funksie/doel van die lewe/mens verwys word. Terwyl ander skrywers, met behulp van evolusieleer, dit moontlik gemaak het, tot 'n mate³, om oor funksie/doel te peins sonder om na 'n goddelikheid te verwys. Veral in die twintigste eeu het skrywers *funksie* beskryf met behulp van die premisse en gevolgtrekkings onder evolusieleer. Die kernpunt van evolusieleer gaan oor die oorlewing van die fiksste en word hierdie kernpunt ook die sentrale punt in die studie oor funksionele verduidelikings. Wanneer lewende organismes ter sprake is, is oorlewing die eindfunksie ("ultimate function"). Alle aksies wat bydra tot oorlewing word gesien as funksies hetsy dit direk of indirek daartoe bydra. Hierdie benadering tot funksionele verduidelikings staan bekend as die *oorlewingswaardebenadering* ("survival value approach"). Met die wegbreek vanaf 'n verwysing na 'n goddelikheid, met behulp van evolusieleer, het die twee terme—funksie en doel—egter verwarrend geraak. Die bespreking rondom 'n doel(e) is tot 'n mate geïgnoreer alhoewel dit gereeld in die omgangstaal gebruik word. Of die begrip doel is wisselend met die term funksie gebruik asof die twee begrippe sinonieme is. Of funksie word gebruik om na nie-lewende sisteme te verwys terwyl doel na lewende sisteme verwys alhoewel skrywers in dieselfde asem sal aanvoer dat in sekere gevalle dit moontlik mag verskil (Meadows 2010: 15), maar brei nie verder hierop uit nie. 'n Deeglike studie is egter noodsaaklik om die ooreenkomste en verskille, indien enige, tussen die twee terme uit te wys, en om aan te dui wat funksie behels en wat doel behels wanneer daar na die terme verwys word.

Die verduideliking van funksie is egter nie so eenvoudig soos wat die ondersteuners van die oorlewingswaardebenadering dit uitmaak nie. 'n Deurtastende ondersoek na die terme wat hierdie skrywers gebruik en as voor die hand liggend beskou, sal

³ Evolusieleer het dit tot 'n mate moontlik gemaak om funksie te beskryf sonder om na 'n goddelikheid te verwys, maar ek sal argumenteer dat dit net funksie beskryf in terme van evolusie. Dit voer aan hoekom die voorvaders van 'n spesifieke lewende organisme hierdie tipe funksie vervul het wat nie 'n volledige studie van funksie is nie. Dit antwoord nie die vraag: wat is die funksie van hierdie item hier en nou nie?

aantoon dat hierdie benadering kortpaaie vat in die verduideliking van funksie. Die doel van hierdie tesis is om *funksie* te herbesin. Skrywers gebruik ook die term funksie wisselbaar met die term *doel* en gaan ek ondersoek instel of hierdie twee begrippe wel dieselfde idee uitbring en indien dit verskil, wat die verskille is. Ek sal aanvoer dat daar wel verskille tussen die twee terme is en daarom is die tweede doel van hierdie tesis om die begrip *doel* te verduidelik in besonderhede. Die voorneme van hierdie tesis is ook om oor doel te peins sonder om dit toe te skryf aan 'n spesifieke goddelikheid, maar om steeds geloofsoortuigings van die mens in ag te neem. Ek gaan spesifiek na lewende organismes verwys in my studie alhoewel voorwerpe en sisteme wat breër-orde komplekse sisteme⁴ as komponente bevat ewe belangrik is vir 'n volledige studie oor funksie en doel.

Die redes vir die herbesinning oor funksie is veelvoudig. Eerstens word daar weggebreek van die normatiewe sienswyse oor funksie. Om te beweer wat die item ter sprake⁵ se funksie *behoort* te wees beperk dit die moontlikheid om ander aksies wat die item uitvoer ook as moontlike funksies te beskou. Dit wil sê dat die item talryke funksies kan vervul en nie funksies te vermenslik tot een primêre funksie wat die item *behoort* te vervul nie. Volgens my is dit nie 'n volledige beskrywing van funksie deur aan te voer wat die funksie behoort te wees nie. Die begrip funksie is ook nie vantevore beskryf wanneer die item ter sprake deel vorm van 'n komplekse sisteem nie, wat die tweede rede uitmaak vir die nadenke oor funksie. Lewende organismes is komplekse- en oop sisteme wat beteken hulle is ryk en dinamies in interaksie (Cilliers 2005: 3). Dat die item ter sprake in relasie tot ander komponente is, is van groot belang wanneer daar op die funksie van die item gefokus word. Hierdie relasie bring ook terugvoer van en na die item ter sprake en het 'n invloed op die item se funksie (Rosen 1991: 121). Die invloed wat die omgewing/konteks op die item uitoefen is 'n nuwerwetse idee in terme van funksie en gaan hierdie tesis grotendeels daarop fokus. As gevolg van die interaksies binne 'n organisasie kan die

⁴ Deurgans in hierdie tesis gaan ek verwys na *breër-orde komplekse sisteme*. Hierdie term wat ek gebruik dui spesifiek na die mens (en selfs diere) wat nie slegs 'n biologiese sisteem is nie maar wat ook kognitief en fenomenologies van aard is.

⁵ Die *item ter sprake* sal deurgaans in hierdie tesis verwys na die spesifieke voorwerp, lewende organisme of sisteem wie/wat ons die funksie van wil bepaal.

konteks/omgewing verander en so dus ook die funksie (*ibid*) en gaan ek grotendeels hierop fokus en met behulp van voorbeelde. Die derde primêre rede hoekom ek oor funksie nadink is hoe funksie bepaal word wanneer 'n item ter sprake deel vorm van 'n komplekse- en oop sisteem. Nielineêre oorsaaklikheid vind plaas in komplekse sisteme wat dit moeilik maak om te bepaal hoe invloed plaasvind. Indien slegs lineêre oorsaaklikheid plaasvind kan ons redelik maklik bepaal hoe die een komponent 'n ander beïnvloed, maar omdat terugvoer ter sprake is en terugvoer van en na die item gelyktydig kan plaasvind is so 'n bestudering oor oorsaaklikheid anders. Invloed kan of verbeter, of verander of onderdruk word (Cilliers 2005: 3). Die bepaling van 'n funksie(s) binne ryk en dinamiese interaksies gaan in besonderhede beskryf word. Die vierde primêre rede vir die skryf van hierdie tesis oor funksie is hoe 'n organisasie insigself ook 'n funksie kan vervul. In die geval van lewende organismes het al die komponente 'n samehangende funksie om die sisteem/lewende organisme te fabriseer (Meadows 2010: 12). Die onus is op die samehangendheid van al die funksies intern tot die sisteem en kan ons nie net een komponent toeskryf wat verantwoordelik is vir fabrisering/lewe nie. Die laaste rede is om terug te keer na Aristoteles (1970, 1975) se idee oor die *vier oorsaaklikheidsverduidelikings* en dit in die hedendaagse konteks weer van belang te maak. Rosen (1991) het Aristoteles se vier oorsaaklikhede gekarteer en hierdie kartering verduidelik nie slegs die uitwerking wat die effisiënte- en formele oorsake uitoefen op die materiële oorsaak nie, maar ook hoe organisasies en komplekse sisteme vorm en funksies vervul word. Hy modelleer met ander woorde die relasies van komponente en sisteme met behulp van Aristoteles se vier oorsaaklikheidsverduidelikings. In hierdie tesis maak ek van veelsoortige voorbeelde gebruik om my argumente te staaf wat die leser van visuele hulpmiddelle sal voorsien.

In my uitbreiding oor funksies, soos in die vorige paragraaf genoem, gaan ek veral gebruik maak van idees in biologie. Ek gaan veral van die skrywe van Robert Rosen (1991) gebruik maak as uitgangspunt. Alhoewel ek van kompleksiteitsdenkers se literatuur gebruik maak, soos Edgar Morin (1992, 2006a, 2006b, 2008) en Paul Cilliers (2000, 2005), om Rosen se idee aan te vul en te ondersteun, sal die literatuur grotendeels dié wees van biologie-filosowe en nie streng filosofies nie. Die rede

hiervoor is dat die argument oor funksie en funksie insigself beskrywend is. Hierdie idees het sy rondtes onder die biologie-filosowe en wil ek dit graag ook aan streng filosofiese literatuur bekend maak en onder bespreking bring. Vir hierdie rede het ek dit goedgevind om ook oor *doel* te besin. Die beskrywing oor funksie in hierdie tesis haal die menslikheid uit die studie, en wil ek dit terugsit deur ook oor doel na te dink. Behalwe dat komponente, soos 'n breër-orde komplekse sisteme, 'n funksie kan vervul in 'n konteks, kan sy ook haar eie doel bepaal in 'n sekere konteks. Sou haar funksie binne 'n konteks nie meer belowend wees nie, kan sy dit verander. Hierdie siening sit die mens terug in die studie en is ek van mening dat dit belangrik is om ook hieroor te peins in my tesis. My oorhoofse fokus van hierdie tesis is om die twee terme, funksie en doel, in die hedendaagse tyd te bespreek en te onderskei.

Behalwe om die mens weer terug te sit in die idee oor funksie/doel en om die twee terme van mekaar te skei is die studie oor doel insigself ook drievoudig. Eerstens dat doel saam met ander begrippe soos doelwitte, beplanning, strategie, hoop, vrees, geloof ensovoorts onder 'n sambreëlterm van *antisipasie* val (Poli 2014a). Die rede hiervoor is dat hierdie terme al drie die tydsforme inkorporeer. Dit is belangrik om ook die toekoms in ag te neem, en speel dit 'n beduidende rol in die begrip doel/antisipasie. Die tweede rede vir die nadenke oor doel/antisipasie is dat dit slegs 'n model is van die toekoms (*ibid*). Dit is nie die toekoms self nie. Ek voer aan hoe hierdie model geskep word, hoe dit verkeerd kan gaan, en hoe dit met die natuurlike sisteem kommunikeer en omgang. Die laaste rede vir die nadenke oor doel is ook om die pluraliteit van doele uit te wys. Aristoteles (1970) fokus slegs op een einddoel van die mens naamlik *eudamonia* en Hegel (1977) argumenteer vir 'n *groot sintese*, dit wil sê beide se fokus is op 'n meta-model, maar ek wil wegbreek hiervan en ook die pluraliteit van doele uitwys deur die verloop van die breër-orde komplekse sisteem se lewe. Die bespreking oor antisipasie begin, net soos funksie, baie beskrywend en gebruik ek grotendeels die idees van Poli (2009, 2010, 2012, 2013, 2014), maar beweeg later oor in 'n fenomenologiese sieningswyse om die posisie waarin die mens haarself bevind en die moontlike en onmoontlike keuses wat gemaak word binne 'n onseker wêreld te beklemtoon.

Die waarde van hierdie tesis is die herbesinning oor die terme funksie en doel. Die fokus is op lewende organismes en hulle funksie/doel alhoewel ek ook voorwerpe beskryf om konkrete eenvoudige voorbeelde te kan skets en ook om 'n algemene verduideliking van funksie/doel te kan gee wat voorwerpe en lewende organismes behels. Die leemtes van hierdie tesis is dat groter sisteme nog nie in ag geneem word nie; dit is sisteme wat mense, diere en plante (breër-orde komplekse sisteme) as komponente bevat, soos 'n sosiale sisteem of 'n ekosisteem. Op verskeie plekke in my tesis sal ek uitwys dat 'n sekere idee dalk problematies gaan wees vir byvoorbeeld sosiale sisteme, maar 'n meer in diepte bespreking is egter nodig wat nie in hierdie tesis gevind gaan word nie. Die vraag in hierdie tesis is dus: waarna verwys ons as ons praat van die funksie en doel in lewende organismes? My voorlopige antwoord op hierdie vraag is dat die twee terme, funksie en doel, twee verskillende perspektiewe bespreek van lewende organismes naamlik 'wat is lewe?' en 'wat is die gewoontes van die lewe?' onderskeidelik.

In Hoofstuk 1 van hierdie tesis gaan ek in besonderhede die oorlewingswaardebenadering tree. Hierdie benadering pak funksionele verduidelikings normatief aan en beweer wat die funksie van 'n item ter sprake *behoort* te wees. Funksie, onder hierdie benadering, is 'n aksie wat uitgevoer word wat bydra tot die oorlewing van die organisme en/of sy spesie en word uitgebrei en ondersteun deur skrywers soos Millikan (1984, 1989, 1995), Bigelow en Pargetter (1987) en Mitchell (1989). Daar vind egter vertakkings plaas onder hierdie benadering en stem skrywers nie ooreen oor hoe funksie van 'n item ter sprake bepaal behoort te word nie. Hierdie vertakkings word ook in die hoofstuk geskets. Op hierdie hoofstuk word daar in die daaropvolgende hoofstukke kritiek opgebou oor die normatiewe uitkyk en die vermensliking van funksie wat in die oorlewingswaardebenadering uitgebeeld word. Hierdie benadering gebruik ook die term 'doel' om funksie te beskryf, maar faal daarin om verder uit te brei oor die idee van doel. Dit verwar die twee konsepte funksie en doel. Hierdie hoofstuk vorm dus die basis van die argument oor funksie en doel.

Hoofstuk 2 fokus op die begrip funksie en hoe dit beskou word in 'n komplekse- en oop sisteem waar interaksies ryk en dinamies is. Die terme wat die

oorlewingswaardebenadering as voor die hand liggend beskou gaan veral aandag in hierdie hoofstuk verleen. Ek gaan dus uitbrei oor die idee van 'oorsaaklikheid', 'organisme', 'funksie', 'sisteem' en 'lewe'. Die bestudering en uitbreiding van hierdie begrippe word uiteengesit onder die relasionelebiologiebenadering wat deur Rosen (1991) toegelig word. Die relasionelebiologiebenadering plaas klem op die interaksies tussen die item ter sprake en sy nabye omgewing. Ek gaan ook oor die idees van oorsaaklikheid en interaksies uitbrei wat deur Morin (1992, 2006a, 2006b, 2008) en Cilliers (2000, 2005) uiteengesit word, om Rosen se argument te staaf. Sonder die invloed van die item se nabye omgewing voer die item slegs 'n aksie uit en nie 'n *aksie as funksie* nie. Die invloed wat die omgewing op die item ter sprake het, is onontbeerlik in die verduideliking van funksie en plaas ek klem op die belangrike rol wat die omgewing speel. Hierdie hoofstuk dien as kritiek op Hoofstuk 1, naamlik die oorlewingswaardebenadering, en stel dit bloot die nuwe onthullings in terme van funksie wat beskrywend is met die doel om dit bekend te maak in die streng filosofiese literatuur.

Rosen (1991) het nie slegs nuwe openbaring gebring oor die idee van funksie nie, maar het hy ook Aristoteles se idee oor die *vier oorsaaklikheidsverduidelikings* gekarteer, naamlik 1) die materiële oorsaak, 2) die formele oorsaak 3) die effisiënte oorsaak en 4) die finale oorsaak. Hoofstuk 3 keer terug in geskiedenis na Aristoteles se skrywe en maak dit relevant in die hedendaagse tyd. In hierdie hoofstuk gaan ek Aristoteles se idee oor die vier oorsaaklikheidsverduidelikings (1966, 1970, 1975, 2000) beskryf en ook hoe Rosen (1991) Aristoteles se vier oorsaaklikheidsverduidelikings karteer om sin te maak van relasies tussen die vier oorsake en die vorming van verskillende soorte sisteme. Die vier oorsaaklikheidsverduidelikings behels mekaar en kan daar nie 'n goeie verduideliking van 'n item gegee word indien daar nie antwoorde op al vier die oorsake gegee word nie. Hierdie hoofstuk dien ook as die oorgangsfase vanaf funksie na doel en begin om aan te dui die verskille tussen die twee hoofbegrippe onder bespreking in hierdie tesis.

Die laaste hoofstuk fokus op die idee van antisipasie wat as 'n sambreel term beskou word vir terme soos doel, vrees, teorie, plan, geloof ensovoorts wat die toekoms in

ag neem. Hierdie hoofstuk is ook beskrywend, soos die hoofstukke oor funksie, maar beweeg later na 'n meer fenomenologiese rigting om die kernspreuk van die mens, die posisie waarin sy haarself bevind en die keuses wat gemaak word in 'n onseker wêreld te beklemtoon. Dit bring met ander woorde weer die mens terug in die studie met haar onsekerheid en afwagtinge van die toekoms. Alhoewel ander lewende organismes (soos die metabolisme) en selfs kunsmatige intelligensie kan antisipeer, gaan daar veral op die mens gefokus word en die antisiperende modelle wat sy skep. Rosen (2012) het ook oor antisiperende sisteme geskryf, maar omdat dit baie tegnies van aard is gebruik ek die idees van Poli (2010, 2012, 2014) wat op Rosen se idees uitgebrei het.

HOOFSTUK 1 : Die oorlewingswaardebenadering

INLEIDING

Die begrip *funksie* is 'n problematiese konsep in die wetenskapsfilosofie, maar in die algemeen word dit beskou as 'n tipe aksie wat uitgevoer word. Die aard van die aksie self en die bydrae wat die aksie maak tot die sisteem waarvan dit 'n komponent is bepaal of die aksie as 'n funksie beskou kan word. Skrywers oor die jare heen verskil egter van mekaar oor hoe hierdie aksie as 'n funksie geïnterpreteer behoort te word. Wanneer daar na lewende organismes verwys word, is daar twee primêre benaderings tot die begrip van funksie waarop ek fokus, naamlik die *oorlewingswaardebenadering* ("survival value approach") wat in hierdie hoofstuk behandel word en die *relasionelebiologiebenadering* ("relational biology") wat in Hoofstuk 2 behandel word.

Die kern van die oorlewingswaardebenadering is dat die funksie van die item ter sprake, wat ook al die funksie mag wees, moet bydra tot die oorlewing van daardie organisme en/of sy spesie (soos byvoorbeeld deur middel van voortplanting) (Canfield 1964: 288). Biologie-filosowe verskil egter van mekaar oor hoe die funksie van 'n item bepaal moet word wanneer daar op die bydrae van die item tot oorlewing gefokus word. Onder die sambreel van die oorlewingswaardebenadering het daar dus 'n hele aantal sub-teorieë ontwikkel. Enersyds argumenteer sommige, soos Mills en Beatty (1979) en Bigelow en Pargetter (1987), dat ons toekomstig die item ter sprake se geneigdheid ("propensity") tot 'n sekere aksie as basis vir die toesegging van funksie moet neem. Hierdie teorie word die *geneigdheidsteorie* ("propensity theory") genoem. Andersyds argumenteer ander, soos Millikan (1984, 1989, 1995), Mitchell (1995), Brandon (1990) en Neander (1991a, 1991b), dat ons eerder die geskiedenis en agtergrond van die item ter sprake moet gebruik om die funksie van die item te bepaal. Hierdie teorie word die *etiologieseteorie* ("etiological theory") genoem.

Behalwe dat, soos wat later in hierdie hoofstuk sal blyk, hierdie twee teorieë mekaar weerspreek en dat beide van hulle inherent probleme inhou, deel beide tog die element van oorsaaklikheid. Op hierdie idee van oorsaaklikheid word gebou deur te argumenteer dat funksie slegs deur oorsaaklikheid bepaal kan word (eerder as deur die geskiedenis of die geneigdheid van die item); die aaneenlopende skakels in die oorsaaklike ketting waarvan die item 'n deel is dra by tot die oorlewing en/of voortplanting van die organisme.

In hierdie hoofstuk word die geneigdheidsteorie en die etiologieseteorie in diepte beskryf en met die werk van Wouters (1999) verbind; Wouters argumenteer dat hierdie twee sub-teorieë verskillende vrae vra binne die raamwerk van die soeke na funksie. Hy self sien funksie uit vyf verskillende gesigspunte, waar elkeen 'n ander tipe vraag vra in terme van funksionele verduidelikings, sonder om te impliseer dat een beter is as die ander.

1.1. Die oorlewingswaardebenadering

Heelparty biologie-filosowe (soos Milikan (1984, 1989, 1995), Bigelow en Pargetter (1987) en Mitchell (1995)) verduidelik funksie in terme van die oorlewingswaardebenadering. Die kern van hierdie teorie is dat die item ter sprake 'n sekere aksie verrig wat hulp verleen aan die oorlewing en/of voortplanting van die organisme (Canfield 1964: 288). Die aksie moet bydra tot die oorlewing en/of voortplanting van die organisme en/of spesie om dit as 'n funksie te kan beskou. Die menslike hart is 'n toepaslike voorbeeld: die hart klop (sy aksie) om bloedsirkulasie deur die liggaam te bewerkstellig en help sodoende om die mens (en mensdom) te laat oorleef. Sou die hart ophou klop, staak bloedsirkulasie en die dood tree in. Die funksie van die hart—om te klop—verseker dus die oorlewing van die mens. 'n Ander aksie wat die hart uitvoer is om 'n kloppende geluid te maak, maar aangesien dit nie bydra tot die oorlewing en/of voortplanting van die mens nie, word dit nie volgens die oorlewingswaardebenadering as 'n funksie beskou nie. Indien die hart steeds klop maar nie meer 'n geluid maak nie, sal die mens steeds aanhou leef en/of voortplant. Die geluid wat die hart maak word dus beskou as 'n effek van die hart wat klop, eerder as 'n funksie daarvan. Canfield (1964) formuleer dit soos volg:

[a] function of *I* (in *S*) is to do *C* means *I* does *C*; and if, *ceteris paribus*, *C* were not done in an *S*, then the probability of that *S* surviving or having descendants would be smaller than the probability of an *S* in which *C* is done surviving or having descendants.

(292)

Waar *I* na die item ter sprake verwys, verwys *S* na die sisteem of die omgewing waarin *I* voorkom en *C* na die aksie wat uitgevoer word. Vir die voorbeeld van die kloppende hart lui hierdie formule: “die funksie van die hart (*I*) (in die mens, *S*) is om bloed te sirkuleer (*C*)” beteken die hart sirkuleer bloed (*C*); en indien, *ceteris paribus*, sirkulasie (*C*) nie in die mens (*S*) plaasvind nie, sou die waarskynlikheid dat die mens (*S*) oorleef of afstammelingê hê kleiner wees as die waarskynlikheid dat ’n mens (*S*) waarin die hart wel klop (*C*) sal oorleef of afstammelingê hê.

Die rol wat die omgewing (of konteks) speel is egter baie belangrik wanneer die funksie van ’n item verduidelik word. Meeste skrywers onder die oorlewingswaardebenadering, soos Canfield (1964) en Horan (1989), neem nie die omgewing in ag in die verduideliking van funksie nie, maar wil ek reeds argumenteer dat die omgewing nie uit die verduideliking van funksie gehaal kan word nie. Omdat ’n omgewing nie stabiel, onveranderlik en duidelik onderskeibaar, en dus onafhanklik, van ander omgewings is nie, kan dit binne oomblikke verander: om ’n funksie te kan vervul moet die item ter sprake op hierdie verandering kan reageer (Ruse 1973: 189). Ruse (1973) ondersteun hierdie stelling met behulp van ’n hipotetiese voorbeeld van honde se lang hare. Meestal argumenteer mens dat die funksie van honde se lang hare isolasie teen ysige koue is. Om vlooie te huisves, is nie ’n funksie wat ’n mens sommer aan lang hare sou toeskryf nie. Volgens die oorlewingswaardebenadering sal isolasie teen ysige koue die funksie van honde se lang hare wees, aangesien dit, deur te verhoed dat honde verkleum en doodgaan, bydra tot oorlewing. Om vlooie te huisves dra nie by tot die oorlewing en/of voortplanting van honde nie en kan dus nie as ’n funksie beskou word nie. Sou mens ’n hond se vlooie verwyder, sal die dier steeds aanhou leef en voortplant indien dit die enigste verandering in sy omgewing is. Daar mag egter wel ’n situasie bestaan waar die huisvesting van vlooie moontlik kan bydra tot die oorlewing van ’n hond. Ruse (1973: 183-184) skets ’n omgewing waar Afghaanse honde (lang hare) langer

leef as Saloeke honde (kort hare) omdat vlooi-byte immuniteit bied teen 'n sekere parasiet wat net in 'n sekere gebied voorkom. Om vlooi te huisves kan as 'n funksie van lang hare beskou word, want dit is voordelig vir die hond: hoe langer die hond se hare, hoe meer vlooi kan dit huisves; hoe meer vlooi, hoe meer vlooi-byte; hoe meer vlooi-byte hoe meer beskerming/immuniteit teen die parasiet en hoe groter die bydrae tot die hond se oorlewing. Die vlooi-huisvestingsfunksie van honde se lang hare bevorder net die oorlewing van honde/spesie wat aan hierdie parasiet blootgestel word, en is dus beperk tot die omgewings waarin die parasiet voorkom; in ander omgewings geld nie hierdie funksie nie. Die omgewing speel dus 'n belangrike rol in die verduideliking van funksie, want die item ter sprake mag dalk 'n bepaalde funksie in die een omgewing vervul, maar nie dieselfde funksie of selfs geen funksie in 'n ander omgewing nie.

Die funksie(s) van honde se lang hare is net 'n hipotetiese voorbeeld, maar 'n mens kan dink aan ander voorbeelde waar die funksie van 'n item ter sprake verskil van een omgewing na 'n ander. Solank die funksie in 'n bepaalde omgewing bydra tot die oorlewing en/of voorplanting van die organisme word dit binne die raamwerk van die oorlewingswaardebenadering as 'n geldige funksie beskou. Nog 'n voorbeeld is die funksie van 'n heuningby in 'n sekere omgewing. In een omgewing word die heuningby deur die byeboer aangehou om heuning te vervaardig sodat hy dit kan verkoop (sy besigheid). In hierdie geval is die funksie van die heuningby grotendeels om heuning te vervaardig, omdat dit die oorlewing van die boer se besigheid (en dus die boer self) bevorder. Alhoewel die funksie hier uit die gesigspunt van die byeboer gesien word, met ander woorde die byeboer beskou die vervaardiging van heuning as die bye se funksie, skep dit steeds 'n ander tipe omgewing as 'n omgewing sonder die byeboer. Binne hierdie eerste omgewing dra die byeboer by tot die omgewing deur toerusting, soos byekorwe, te verskaf eerder as in 'n omgewing waar bye self hulle byenes moet skep. Die omgewing word ook bepaal deur die byeboer se doel met die bye en heuning. Verder kan die byeboer die heuningbye met 'n formule van suiker en water voer om die proses aan te help. Indien die heuningbye ophou om heuning te vervaardig sal die byeboer sy pogings om heuning te verkoop laat vaar en die bye loslaat om hulle eie gang te gaan of die byeboer sal dalk die heuningbye verkoop aan 'n ander heuningboer. Die oorlewing van die heuningby in

hierdie betrokke omgewing is afhanklik van die byeboer se bydrae (die verskaffing van byekorwe) en doelwitte (om sy besigheid te laat groei). Sou die byeboer die heuningbye loslaat, skep dit 'n ander soort omgewing vir die bye. In so 'n omgewing tel dit in die guns van die heuningbye se oorlewing om in 'n simbiotiese verhouding met hulle omgewing te verkeer. Hierdie omgewing is die geografiese ligging van die heuningbye wat die verhouding met plante en ander diere (die natuur) insluit. Benewens die vervaardiging van heuning, vervul die heuningby ook die suksesvolle bestuiwing van plante as funksie jeens die natuur. Sonder die suksesvolle bestuiwing van plante is daar baie min plante waarvandaan stuifmeel verkry kan word om heuning van te vervaardig. Dit tel in die guns van 'n heuningby om bestuiwing te bevorder, sodat die insek op sy beurt kan oorleef. Solank die aksie bydra tot die oorlewing en/of voortplanting van die item ter sprake kan dit beskou word as die item se funksie. Die rol van die omgewing dra ook by tot die verduideliking van die funksie. Dit is toevallig dat 'n bepaalde swerm heuningbye hulself in een van die situasies bevind. Die suksesvolle aanpassing tot sy omgewing, hetsy dit die omgewing is waar die byeboer 'n groot invloed op die heuningbye oefen of die simbiotiese verhouding tussen die heuningby en sy natuur, het 'n impak op die oorlewing van daardie item ter sprake en dus ook sy aksie(s) vir oorlewing.

'n Verdere onderskeid kan getref word tussen die twee terme *eindfunksie* ("ultimate function") en *onmiddellike funksie* ("proximate function") wat Horan (1989) uiteensit. Indien ons die hart as 'n voorbeeld gebruik is die eindfunksie van die hart om die moontlikheid van oorlewing en/of voortplanting te optimaliseer (Horan 1989: 139). Die aksie wat die item ter sprake tot voordeel van sy oorlewing en/of voortplanting uitoefen is die onmiddellike funksie en in hierdie geval sal dit bloedsirkulasie wees. Daarom,

[i]n contrast to an ultimate function statement, which says *that* a trait has adaptive significance, a proximate function statement says *what* the adaptive significance of that trait is.

(*ibid*)

Volgens die oorlewingswaardebenadering is 'n aksie 'n funksie wanneer sy eindfunksie is om by te dra tot oorlewing. Verder voer Horan (1989) aan dat

onmiddellike- en eindfunksies verskil ten opsigte van die 'vlak' van die doel. "Onmiddellike funksies vervul met ander woorde onmiddellike doeleindes: hul dien eindes wat dan self 'n middel tot 'n verdere doel is"⁶ (Horan 1989: 140). Terwyl uiterste funksies 'n doel het wat 'n einde insigself is, soos die voortplantingsukses van die item ter sprake (*ibid*). Hierdie onderskeid kan ook in terme van *direkte* en *indirekte* funksionele verduidelikings ondersoek word. 'n Voorbeeld van direkte funksionele verduidelikings is die teenwoordigheid van 'n hart wat klop en die funksie dien om 'n lewe aan die gang te hou; dit verklaar dus direk dat die item ter sprake die funksie dien om die sisteem waarvan dit deel vorm te kan handhaaf (Gruner 1966: 521). Aan die ander kant verwys indirekte funksionele verduidelikings, op 'n indirekte manier na ander prosesse wat op hul beurt tot die handhawing van die sisteem bydra (*ibid*). Die funksie van bloedsirkulasie is 'n tussen proses wat lei na die eindfunksie van oorlewing. Daarom word bloedsirkulasie as 'n indirekte funksionele verduideliking beskou. Volgens die oorlewingswaardebenadering is die direkte funksionele verduideliking (of die eindfunksie), in terme van lewende organismes, altyd oorlewing.

Onder die oorlewingswaardebenadering is daar in hierdie tesis tot dusver slegs bespreek dat die funksie moet bydra tot die oorlewing en/of voortplanting van die item ter sprake, maar hoe ons egter die funksie bepaal kort nog bespreking. Alhoewel sommige biologie-filosowe saamstem dat 'n aksie as 'n funksie beskou word slegs wanneer dit bydra tot oorlewing, is hulle egter teenstrydig oor hoe funksie bepaal word. Daar het dus vertakkings plaasgevind binne die oorlewingswaardebenadering waarvan die twee vernaamste die *geneigdheidsteorie* en die *etiologieseteorie* is. Elkeen van hierdie sub-benaderings sal in diepte bespreek word in die volgende afdelings, en hulle sterk- en swakpunte word ook ontleed.

⁶ Aanhaling in oorspronklike taal: "Proximate functions have proximate purposes: they serve ends that are themselves means to a further end".

1.1.1. Die geneigdheidsteorie

Bigelow en Pargetter (1987) argumenteer dat die status van 'n funksie, dit wil sê of 'n aksie 'n funksie is, moet nie slegs bepalend wees op die oorlewing-as-gevolg-van-sy-karakter ("survival-due-to-a-character") nie, maar eerder oorlewing as gevolg van die geneigdheid wat die karakter aan die organisme verleen (192). Funksie, volgens Bigelow en Pargetter (1987), is nie slegs 'n aksie wat verrig word en wat lei tot oorlewing nie, maar ook die neiging tot 'n aksie wat moontlik tot oorlewing mag lei. Ons skryf funksies toe aan items, maar dit mag moontlik wees dat 'n funksie nooit vervul word in die item ter sprake se leeftyd nie. 'n Goeie voorbeeld hiervan is 'n by se angel: die by gebruik sy angel vir die beskerming van sy spesie, maar dit mag wees dat hy nooit sy angel in sy leeftyd hoef te gebruik nie. Tog sal ons die beskermingsfunksie toeskryf aan die byangel. Die geneigdheidsteorie het 'n probleem om te verwys na die funksie van 'n byangel in terme van die bydrae wat die funksie maak tot die by se oorlewing, sou hy nooit sy angel gebruik nie (181). Dit wil sê hulle vind 'n probleem dat 'n aksie as funksie eers uitgevoer moet word voordat dit as 'n funksie beskou kan word, terwyl ons funksies toeskryf aan items sonder dat dit ooit daardie aksie as funksie vervul het. Om funksies op hierdie manier te beskou, dat dit eers 'n aksie moet uitoefen, is altyd geskiedkundig gerig. Eers wanneer die aksie uitgevoer is en dit bygedra het tot oorlewing, kan ons na die aksie verwys as 'n funksie. Hierdie terugwaartse beskouing van funksie skep vir die geneigdheidsteoretici 'n probleem.

Om die toekoms in gedagte te hou, is nou verwant aan Darwin se teorie van evolusie en volgens Bigelow *et al* (1987), hou dit spesifiek verband met die idee van 'oorlewing van die fiksste' ("survival of the fittest"). Hier speel die term *fiksste* 'n kern rol in die verduideliking van die begrip funksie. "Fiksheid word nie gedefinieer deur terugwerkend te kyk na die eintlike oorlewing nie⁷" (190). Dit is eerder 'n eienskap wat 'n organisme/spesie oor beskik in 'n sekere omgewing, wat aan daardie organisme/spesie 'n bepaalde potensiaal of voortplantingsvoorsprong verleen (*ibid*). Dit is met ander woorde 'n toegevoegde eienskap: dit verduidelik wat sal gebeur of

⁷ Aanhaling in oorspronklike taal: "Fitness is not defined retrospectively, in terms of actual survival".

wat heelwaarskynlik gaan gebeur in die regte omstandighede, net soos wat tingerigheid beskryf word as iets wat breek of iets wat waarskynlik sal breek in die regte omstandighede (*ibid*). Volgens die voorbeeld van die byangel, kan daar geargumenteer word dat dit "*nog altyd daardie funksie vervul het*"⁸ (192). Dat

[e]ven before it had contributed (in an appropriate way) to survival, it had conferred a survival-enhancing propensity on the creature. And to confer such a propensity, we suggest, is what constitutes a function. Something has a (biological) function just when it confers a survival-enhancing propensity on a creature that possesses it.

(*ibid*)

Mills en Beatty (1979) beweer ook dat fiksheid as 'n komplekse geneigdheidseienskap van 'n organisme gesien moet word (270). "In die breë sin is die fiksheid van 'n organisme sy *geneigdheid* om in 'n sekere omgewing en populasie te kan voortplant en oorleef"⁹ (*ibid*). Die by se angel dien dus as 'n oorlewingsversterking want, gegewe die regte omstandighede, sal die by sy angel gebruik om sy spesie te beskerm teen 'n roofdier en dit vervul volgens die oorlewingswaardebenadering 'n funksie. Sou die by in sy leeftyd nooit sy angel gebruik nie, het die angel steeds die funksie om by te dra tot die oorlewing van die spesie, met ander woorde dit *neig* om by te dra sou dit nodig wees.

'n Ander manier om funksie in terme van 'n toekomsgerigte benadering te verstaan is om funksie as 'n doel te beskou. Volgens Boorse (1976) "dra funksie by tot 'n doel"¹⁰ (70). Hy onderskei tussen twee tipes vrae. Eendersyds, 'hoekom is X daar?' en andersyds 'hoe werk S?'. Beide hierdie vrae gebruik funksionele stellings, en om 'n onderskeid te tref, noem hy die antwoord op eersgenoemde *funksionele verduidelikings* en die antwoord op laasgenoemde die *operasionele funksie* (75). Boorse (1976) fokus meer op die tweede vraag, naamlik operasionele funksies, om te bepaal wat 'n funksie is en waar S die doelstellingsstelsel is waarin X voorkom. Byvoorbeeld, die gedrag van 'n kat—wat besig is om 'n muis te bekrui—het die

⁸ Aanhaling in oorspronklike taal: "has been serving that function all along".

⁹ Aanhaling in oorspronklike taal: "Roughly speaking, the fitness of an organism is its *propensity* to survive and reproduce in a particularly specified environment and population".

¹⁰ Aanhaling in oorspronklike taal: "function is a contribution to a goal".

funksie om 'n bydra te lewer tot 'n doel en dit is om die muis te vang. Hierdie doelgerigte benadering is onderhewig aan heelwat struikelblokke, veral wanneer dit by lewende organismes kom. Doelgerigte gedrag bevat 'n element van intensie. Ons kan 'n persoon afvra wat sy/haar doel/intensie met 'n sekere aksie was, maar ons kan nie 'n kat vra wat sy/haar doel is/was nie. Ons kan wel aanvoer dat die bedoeling van die kat *moontlik* was om die muis te vang ten einde kos in sy liggaam te kry maar dit is nie 'n sekerheid nie. Dit mag ook wees dat die bedoeling van die kat was om die muis te vang om daarmee te speel. Tot dusver is ek meer geneig om saam te stem met die geneigdheidsteorie, soos uiteengesit deur Bigelow en Pargetter (1987), jeens die verwarrende ontleding van doeleindes deur Boorse (1976). Boorse (1976) vertroebel die verstaan van die twee terme funksie en doel en kort sy verduideliking meer aandag.

Neander (1991b) stem egter glad nie saam met die geneigdheidsteorie en dat ons toekomsgerig moet kyk om te bepaal wat die funksie van die item ter sprake is nie, veral soos uiteengesit deur Bigelow en Pargetter (1987). Sy argumenteer dat:

[w]hen we say that koalas have pouches to protect their young, we take ourselves to be explaining why presently existing koalas have pouches, not why future generation of koalas will have pouches.

(Neander 1991b: 464)

Neander skaar haarself by die etiologieseteorie wat aanvoer dat ons geskiedkundig moet kyk in die soeke na funksies, eerder as om 'n toekomsgerigtebenadering te volg. Die geskiedkundige feite is dus meer betroubaar in die bepaling van funksie as iets wat die neiging het om 'n soort aksie (watter aksie dit ook al mag wees), wat moontlik ook 'n funksie mag wees, uit te voer.

1.1.2. Die etiologieseteorie

Biologie-filosowe soos Millikan (1995) en Neander (1991a, 1991b), wat ten gunste is van die etiologieseteorie, argumenteer dat die item ter sprake se geskiedenis die enigste sekerheid is waarvolgens die funksie van daardie item bepaal kan word. Die item ter sprake se neiging om moontlik 'n aksie as funksie uit te voer is te vaag. Millikan (1995) verwys na *egte funksie* ("proper function") (13), eerder as 'n vae

bepaling van die item ter sprake se moontlike funksie. Sy verduidelik egte funksie as 'n

... theoretical definition of function or purpose. It is an attempt to describe a unitary phenomenon that lies behind all the various sorts of cases in which we ascribe purpose or functions to things, which phenomenon normally accounts for the existence of the various analogies on which applications of the notion "purpose" or "function" customarily rest.

(19)

Die funksie van die item ter sprake word bepaal deur geskiedkundig die item waar te neem en wat dit gedoen het. Indien dit wat die item oor die jare heen doen bydra tot die oorlewing en/of voortplanting van 'n lewende organisme dan word dit beskou as die funksie van daardie item ter sprake. 'n Voorbeeld hiervan is die menslike hart wat geskiedkundig 'n kloppende aksie uitvoer ten einde bloed deur die liggaam te sirkuleer en sodoende bydra tot die oorlewing van die mensdom. Die funksie van die item ter sprake kan slegs deur 'n geskiedkundige benadering te volg, bepaal word en dit dien as die enigste sekerheid volgens die etiologiese teorie.

Gould en Vrba (1982) noem egte funksie, soos deur Millikan omskrywe, *aanpassing* ("adaptation"). Aanpassing is die enigste kenmerk wat fiksheid bevorder en dit is ingebou ten bate van die item ter sprake se huidige rol (Gould *et al* 1982: 6). Ander gebruike buiten fiksheid word *eksaptasie* ("exaptation") genoem, en is nie

... designed for it, and are therefore not *ad aptus*, or pushed towards fitness. They owe their fitness to features present for other reasons, and are therefore *fit (aptus) by reason of (ex) their form, or ex aptus*.

(*ibid*)

Eksaptasie word beskou as 'n effek terwyl *aanpassing* beskou word as 'n funksie (*ibid*). Die geluid van 'n kloppende hart word as 'n *eksaptasie* beskou en bloedsirkulasie wat deur die kloppende hart meebring, word dus *aanpassing* genoem. Millikan (1995) gebruik ook die term *normaal* (19). Ten einde die funksie van 'n item ter sprake te ondersoek, moet daar op die *normale omstandighede* gefokus word, met ander woorde die omstandighede waarin die item meestal

voorkom. Daar moet 'n geskiedkundige ondersoek ingestel word na die omstandighede waarin die item ter sprake oor die algemeen voorkom. Alleenlik op so 'n wyse kan die item se normale omstandighede vasgestel word. Ons moet byvoorbeeld verwysing maak na die omstandighede waarin muise hulself histories bevind, oftewel hulself bevind waar hul natuur/karakter 'n bydrae tot hul oorlewing maak (28). Om Gould *et al* (1982) se term te gebruik: normale omstandighede waarin muise aangepas is. Soos vroeër bespreek, speel die omgewing, dit wil sê sy normale omstandighede, 'n uiters belangrike rol in die bepaling van 'n funksie. Wanneer daar egter spesifiek op normale omstandighede gefokus word, val die klem op die omgewing waarin die item ter sprake homself oor die algemeen bevind en watter bydra dit maak tot die oorlewing en/of voortplanting van daardie item en/of spesie. Wat gebeur onder omstandighede wat nuut is vir die item ter sprake, byvoorbeeld buitengewone omstandighede? Kan 'n funksie nie ook onder hierdie buitengewone omstandighede vervul word nie, of vervul die item slegs 'n funksie in omstandighede waarin die item ter sprake ditself normaalweg voorkom? Die etiologieseteorie asook die geneigdheidsteorie los nie hierdie soort vrae op nie en is dus nie sonder vaagheide nie.

1.1.3. Die geneigdheidsteorie teenoor die etiologieseteorie

Die geneigdheds- en etiologieseteorie bevat teoretiese verwarrings en word dit in hierdie afdeling bespreek. Daar is egter vier primêre verwarrings in hierdie twee subteorieë onder die oorlewingswaardebenadering wat nie duidelikheid bring of antwoorde kan bied nie. Hierdie vier probleme is 1) abnormale werking ("malfunctioning"), 2) waar dubbele funksies ("doubles") voorkom, 3) die verduideliking van nuwe funksies, en 4) normale omstandighede. Volgens die geneigdheidsteorie is die funksie van 'n oog om visie te kan verskaf sodat die lewende organisme gemaklik rond kan beweeg. Wanneer daar na fiksheid verwys word, kan ons nie terselfdertyd na abnormale werking verwys nie. Die oog het dus die geneigdheid om sig te verskaf aan die lewende organisme in die toekoms: dit verleen met ander woorde die karaktereienskap van sig wat bydra tot oorlewing (Bigelow *et al* 1987: 192). Indien daar foutgaan met die oog sal die oog steeds die funksie hê om visie te verskaf aan die lewende organisme, aangesien dit die taak

van die oog *vir die toekoms* is. In hierdie geval maak die geneigdheidsteorie nie voorsiening vir abnormale werking nie omdat dit toekomsgerig is. Of die item ter sprake foutief is al dan nie, kan nie deur die geneigdheidsteorie bepaal word nie. Ons kan dus nie daarop aanspraak maak dat die oog foutief is nie, aangesien dit aangepas is om sig te bied vir sy toekomstige doeleindes. Die oog sal altyd die funksie van gesigsvermoë vervul al is dit nie meer moontlik vir 'n spesifieke oog om visie te verskaf nie. Dit blyk dat die geneigdheidsteorie veralgemenings oor byvoorbeeld oë maak, maar neem nie individuele oë (situasies) in ag nie. Nie slegs dat hierdie teorie nie individuele items en hulle kontekste in ag neem nie, maar skryf 'n normatiewe toenadering aan funksie. Die geneigdheidsteorie voer dus aan wat 'n funksie van 'n item behoort te wees. Hierdie teorie is ook baie vaag in gevalle waar 'n nuwe funksie ter sprake is. Neander (1991b) verduidelik dat die geneigdheidsteorie daarin faal om alles te verduidelik wat verduidelik moet word (464). Neander gebruik ook 'n ander voorbeeld om die verskil tussen 'n toekomsgerigte- en 'n geskiedkundige benadering uit te wys. Die etiologiese teorie (geskiedkundig) verduidelik waarom koalabere in die hede buidels het—ten einde hulle kleintjies te beskerm—terwyl die geneigdheidsteorie (toekomsgerig) verduidelik waarom toekomstige koalabere buidels sal hê (*ibid*). Die geneigdheidsteorie is vaag in hierdie sin want daar sal nooit sekerheid wees dat toekomstige generasies van koalabere buidels sal hê om hulle kleintjies te beskerm nie (*ibid*). Die etiologiese teorie is in terme van abnormale werking en nuwe funksies 'n sterker benadering as die geneigdheidsteorie in die verduideliking van funksies. Alhoewel die etiologiese teorie tot dusver net beskou kan word as 'n rapportering van die verlede in terme van aksies se bydrae, lê die sterkpunt van die etiologiese teorie in die verduideliking van dubbele funksies.

Dubbele funksies is wanneer twee items skynbaar dieselfde funksie vervul, daarom 'dubbele'. Met beter waarneming, iets wat die etiologiese teorie kan voorsien, kan die skynbare dubbele funksies geskei word in meer besonderhede. In die geval van dubbele funksies, vergelyk Mitchell (1995) die koningvlinder (*Danuaus plexippus*) met die onderkoningvlinder (*Nymphalidae, Limenitus archippus*). Beide hierdie tipes skoenlappers het dieselfde kleurpatroon, tog is hulle verskillende spesies uit verskillende families. Elkeen het ook sy eie eetvoorkeure wat veroorsaak dat die

koningvlinder onsmaaklik is vir roofdiere maar nie die onderkoningvlinder nie. Die kleurpatroon op die koningvlinder dien as 'n waarskuwing aan roofdiere dat die insek onsmaaklik is en dat roofdiere nie die vlinders moet eet nie. Die onderkoningvlinder is egter vir roofdiere smaaklik vanweë sy eetvoorkeure, maar naboots die onderkoningvlinder die koningvlinder se vlerke om sodoende soos laasgenoemde te lyk en op so 'n wyse roofdiere vry te spring. Volgens die geneigtheidsteorie is die funksie van die kleurpatroon op beide se vlerke die geneigdheid om te kan oorleef (om nie as prooi te dien nie (eindfunksie)), maar slegs deur na die geskiedenis van twee vlinders waar te neem, kan die onmiddellike funksie van beide bepaal word. Volgens die etiologieseteorie sal die funksie van die kleurpatroon op die koningvlinder as 'n *waarskuwing* vir roofdiere dien dat dit onsmaaklik is (47). Die funksie van die kleurpatroon op die onderkoningvlinder is, om roofdiere te *mislei* deur hul te laat dink dat die onderkoningvlinder onsmaaklik is (*ibid*) of selfs die indruk skep dat dit die onsmaaklike koningvlinder is. Die geneigtheidsteorie verduidelik met ander woorde slegs die eindfunksie van oorlewing, maar nie onmiddellike funksie om as waarskuwing of misleiding te dien nie. Die kleurpatroon, volgens die geneigtheidsteorie, dui slegs aan dat dit bydra tot oorlewing om roofdiere vry te spring, of anders gestel dat die kleur van die twee vlinders 'n voortplantingsvoorsprong het, maar nie hoe nie. Hierdie laaste vraag kan slegs bepaal word deur die geskiedenis van die item ter sprake in ag te neem.

Tot dusver wil dit voorkom asof die etiologieseteorie die beter teorie is om die funksie van 'n item ter sprake te bepaal, maar tog is hierdie teorie ook nie sonder leemtes nie. Wat as die item ter sprake nog nie op daardie stadium van ondersoek 'n geskiedenis het nie? Hoe bring dit in berekening dat die item moontlik ander funksies mag hê, behalwe die geskiedkundige aksie(s) daarvan wat bygedra het tot die item se oorlewing en/of voortplanting? Die etiologieseteorie beskou nie in die hipotetiese voorbeeld—wat ek verskaf het aangaande die funksie van honde se lang hare om vlooië te huisves—as 'n moontlike funksie nie. Indien dit nie histories gedokumenteer is dat lang hare vlooië huisves en dat dit wel voordelig is vir die oorlewing van 'n hond nie, dan kan dit nie as 'n funksie beskou word nie. Dit beteken nie dat die lang hare nie die funksie dien om vlooië te huisves nie, maar eerder dat dit nie die kans gegun moet word om 'n geskiedenis op te bou nie. Omdat die funksie van

huisvesting van vlooië net in 'n sekere omgewing plaasvind (waar die parasiet voorkom) word dit nie as 'n egte funksie beskou nie. In hierdie geval is die geneigdheidsteorie weer beter toegerus om funksie te verduidelik aangesien daar nog nie 'n geskiedenis is van die funksie van lang hare om vlooië te huisves nie. Die lang hare het die geneigdheid om vlooië te huisves wat op sy beurt die immuunstelsel van 'n hond versterk en dus voordelig is vir die dier se oorlewing.

Die begrip 'normaal' wat Millikan (1995) gebruik is ook problematies onder die etiologieseteorie. *Normaal* beteken dat die aksie slegs as 'n funksie waargeneem kan word indien dit onder die item ter sprake se normale omstandighede sou plaasvind. Wie bepaal 'n item ter sprake se normale omstandighede? Hierdie probleem sluit ook aan by die kritiek oor nuwe funksies. Juis deur nuwe omstandighede kan nuwe funksies vervul word¹¹. Om slegs die item ter sprake se normale omstandighede te beskou, is 'n beperking op die bestudering en verduideliking van funksies. In sommige gevalle is die etiologieseteorie 'n beter manier om funksie vas te stel en in ander gevalle is die geneigdheidsteorie meer gepas. Beide hierdie teorieë kan egter mekaar aanvul in die soeke na die funksie van die item ter sprake. Wouters (1999) argumenteer egter dat beide hierdie teorieë verskillende vrae stel wanneer daar op funksionele verduidelikings gefokus word (hieraan sal daar later aandag geskenk word). Wat beide van hierdie teorie in ooreenstemming het, is dat elkeen van hulle oor 'n oorsaaklikheidselement beskik.

Hierdie twee teorieë maak gebruik van lineêre oorsaaklikheid om 'n funksie te bepaal. Volgens die etiologieseteorie word funksie op 'n oorsaaklike terugwaartse manier bestudeer en die geneigdheidsteorie maak gebruik van 'n oorsaaklike toekomsgerigte manier. In beide gevalle word funksie bepaal deur oorsaaklike verbande en verhoudings met hulle onmiddellike/indirekte funksie (die klop van die hart *veroorsoak* bloedsirkulasie) en met hulle eind-/direkte funksie (die bloedsirkulasie *veroorsoak* dat die organisme voortbestaan). Die funksie word dus bepaal deur 'n toekomsgerigte kettingreaksie (geneigdheidsteorie) of 'n geskiedkundige kettingreaksie (etiologieseteorie).

¹¹ Oor hierdie punt gaan daar breedvoerig in Hoofstuk 2 uitgebrei word.

1.1.4. Oorsaaklikheid

Tot dusver is die geneigdheidsteorie en die etiologieseteorie bespreek onder die sambreel benadering naamlik die oorlewingswaardebenadering. Vir 'n spesifieke verskynsel om as 'n funksie beskou te word, moet dit 'n bydrae lewer tot die item ter sprake se oorlewing en/of voortplanting. Die geneigdheidsteorie bepaal funksie primêr deur funksie toekomstgerig te beskou en die etiologieseteorie bepaal funksie deur funksie geskiedkundig waar te neem. Alhoewel hierdie twee teorieë van mekaar verskil rakende die manier waarvolgens funksie bepaal word, argumenteer Ayala (1970) en Tinberger (1963) dat in beide hierdie teorieë 'n oorsaaklikheidselement aanwesig is. Beide hierdie teorieë bestudeer die oorsaak-gevolg verhouding; die verskil is egter dat die een toekomstgerig kyk en die ander een geskiedkundig (Tinbergen 1963: 418). Die studie van oorsaaklikheid behels die bestudering van voorafgaande gebeurtenisse wat kan bewys dat dit bydra tot die voorval van die gedrag (*ibid*). Daarom, in die studie van oorsaak-gevolg verhoudings, is die waarneembare die gevolge en die oorsaak dit wat nagestreef word (*ibid*). Meer spesifiek in die geval van die oorlewingswaardebenadering word nie net die oorsaak bestudeer nie, maar word daar ook bepaal of daardie gevolg tesame met die oorsaak bydra tot die oorlewing van die organisme en/of spesie (*ibid*). Volgens die oorsaaklikheidsteorie, onder die oorlewingswaardebenadering, is die funksie van die item ter sprake die oorsaaklike rol wat dit in sy omgewing vervul en dat die laaste skakel in die oorsaaklikheidsketting 'n bydra moet lewer tot die oorlewing en/of voortplanting van die organisme. Ons kan dus aanvoer dat die kloppende hart *veroorzaak* dat die bloed in 'n organisme sirkuleer. Bloedsirkulasie *veroorzaak* op sy beurt die instandhouding¹² van talle organe en stelsels, en daardie instandhouding *veroorzaak* die oorlewing en/of voortplanting van die organisme. Ons kan nie groot spronge neem en byvoorbeeld beweer dat hartklop die beweging van die blare daar buite veroorsaak nie. Daar moet dus duidelike oorsaaklikhede ter sprake wees binne 'n sekere sisteem.

¹² Daar is heelwat ander oorsaaklikhede ter sprake in die instandhouding van die organe en stelsel en nie net bloedsirkulasie nie. In die opvolgende hoofstukke gaan daar spesifiek hierop uitgebrei word en dat oorsaaklikhede nie so eenvoudig, dit wil sê lineêr, is nie.

Ayala (1970) onderskei tussen teleologiese verduidelikings en nie-teleologiese verduidelikings om funksie te verduidelik in terme van oorsaaklikheid. Teleologiese verduidelikings word in terme van sy gebruik ("utility") verduidelik, wanneer dit by oorlewing en/of voortplanting kom. 'n Teleologiese verduideliking, sê Ayala (1970) is 'n

... structure or process... if it contributes to the reproductive efficiency of the organism itself, and if such contribution accounts for the existence of the structure or process.

(13)

Indien die oorsaaklikheidsrol van die item ter sprake bydra tot die sisteem se oorlewing en/of voortplanting, word dit as die item se funksie beskou—of soos Ayala beweer sy gebruik—en word dit as 'n teleologiese verduideliking aanvaar. Sou die item ter sprake se oorsaaklikheidsrol geen gebruik hê nie, met ander woorde dit dra nie by tot die oorlewing en/of voortplanting van die sisteem nie, dan word dit 'n nie-teleologiese verduideliking genoem. Die hart wat klop en bloed sirkuleer is 'n voorbeeld van 'n oorsaaklikheidsgebruik waarvoor 'n item beskik en dit word as 'n teleologiese verduideliking gesien, maar die geluid van 'n kloppende hart het geen gebruik nie en is dus 'n nie-teleologiese verduideliking. Die geluide wat die hart voortbring word slegs as 'n effek van die hart wat klop beskou en dit het geen gebruik in die oorlewing en/of voortplanting van die lewende organisme nie. In samevatting kan ons aanvoer dat wanneer funksie as 'n gebruik bespreek word, word daar verwys na oorsaak-gevolg verhoudings wat ook bydra tot die oorlewing en/of voortplanting van die sisteem. Die bespreking van oorsaaklikheid is egter nie so eenvoudige onderwerp nie. Wanneer lewende organismes ter sprake is, vind nie-lineêre oorsaaklikheid veral plaas.

Wanneer nielineêre oorsaaklikheid plaasvind is dit moeilik om die interaksie tussen komponente waar te neem omdat heelwat oorsaaklikhede kan inwerk op slegs een komponent en dit op sy beurt 'n hele aantal oorsaaklikhede op ander komponente tot gevolg kan hê. 'n Eenvoudige voorbeeld van 'n lineêre oorsaaklikheid is wanneer 'n ketel aanskakel word: wanneer die ketel aangeskakel word veroorsaak dit dat 'n elektriese stroom vloei en dit lei daartoe dat die element in die ketel verhit word wat

veroorzaak dat die water warm raak en dus later sal kook. Wanneer ons egter met lewende organismes te make het, is dit nie X wat Y veroorsaak nie, maar 'n aantal oorsake wat gelyktydig op 'n item kan inwerk en dus kan lei na nielineêre oorsaaklikheid. Hier speel die begrip *terugvoer* ("feedback") 'n groot rol. Die *relasionelebiologiebenadering* wat in die volgende hoofstuk bespreek gaan word, gaan veral hierop fokus. Die terme *nielineariteit* en *terugvoer* speel 'n beduidende rol in funksie volgens die relasionelebiologiebenadering. Alvorens hierdie benadering in diepte bespreek word, gaan die bydrae wat al hierdie subteorieë, soos die etiologieseteorie en die geneigtheidsteorie, steeds het, bespreek word. Hierdie subteorieë vra spesifieke vrae oor funksionele verduidelikings, waarvan Wouters (1999) vyf verskillende verduidelikings uitwys. Elk van hierdie teorieë wat hierbo omskryf word, is slegs een soort vraag en verduideliking wanneer dit by funksie kom. Alhoewel elkeen bydra tot die verduideliking van funksie, bly die vraag 'wat is funksie?' soos deur die teorieë hierbo beskryf, steeds onbeantwoord. Al hierdie teorieë slaag nie daarin om presies te verduidelik wat bedoel word as ons na funksie verwys nie.

1.2. Funksie as verduideliking

Die kern van die oorlewingswaardebenadering vereis dat die aksie van die item ter sprake tot die oorlewing van 'n organisme en/of sy spesie moet bydra. Ten einde die funksie van die item ter sprake te bepaal, kan daar 'n toekomsgerigte- of 'n geskiedkundige bestudering aangepak word. Hierdie teorieë verduidelik steeds nie wat ons onder die begrip 'funksie' verstaan nie. Dit verduidelik slegs die bepaling daarvan en verklaar nie wat bedoel word wanneer daar na die funksie van iets verwys word nie. Alhoewel biologie-filosowe verskil oor hoe presies funksie bepaal moet word, hou Wouters (1999) voor dat elkeen van hierdie teorieë 'n ander vraag stel ten opsigte van funksie en dat nie een van hulle verkeerd of beter as die ander is nie. Hy las 'n vyfde vraag by wat funksie as ontwerp verduidelik. Wouters (1999) onderskei dus tussen vyf tipes funksionele verduidelikings, naamlik 1) funksie as aktiwiteit, 2) funksie as oorsaaklikheidsrol, 3) funksie as oorlewingswaarde, 4) funksie as geselekteerde effek en 5) funksie as ontwerp. Elkeen van hierdie tipes verduidelikings vra 'n ander tipe vraag wat dus die vyf soorte funksionele

verduidelikings van mekaar skei en funksie verduidelik op grond van die vraag wat gestel is. 'n Meer in diepte beskrywing van die vyf funksionele verduidelikings volg:

Die eerste soort funksionele verduideliking (funksie as aksie of funksie_{ak}) wat Wouters (1999) omskryf, is verduidelikend in terme van wat die item ter sprake doen, of in die item se kapasiteit is om te doen (18). Gewoonlik speel die vorm (of struktuur) van die item ter sprake, sy funksie, asook die omgewing waarin die item homself bevind 'n rol in die bepaling van wat die item kan doen of die kapasiteit het om te doen (*ibid*). As ons weer die voorbeeld van die hart gebruik speel die vorm (die grootte, die kleur en die vier-kamer struktuur daarvan), die funksie (die aksie om te klop) asook die nabye omgewing van die hart (are, ander organe, die mens insigself, ens.) 'n beduidendswaardige rol. Nie alles wat die item ter sprake, byvoorbeeld die hart, doen word as noodsaaklik vir die organisme beskou nie soos byvoorbeeld die klank van die hart ('n aksie). Dit is dus belangrik om in ag te neem dat die funksie wat in hierdie geval die aksie is, 'n bydrae tot die sisteem (liggaam) se oorlewing en/of voortplanting moet maak. Wouters gebruik ook die begrip *gebruik* ("utilized") (*ibid*) om te verduidelik dat die aksie 'n bydra maak tot die oorlewing en/of voortplanting van die organisme (byvoorbeeld die hart wat klop). Ander aktiwiteite, soos byvoorbeeld die geluid van die hart, word as *ongebruik* ("unutilized") beskou (*ibid*). Wouters maak 'n belangrike punt deur aan te voer dat ons nie ongebruiklike aksies geheel-en-al moet verwerp nie aangesien ons nie altyd kan aanvoer watter funksies (aksies en kapasiteite) gebruiklik is of ongebruiklik is nie (19). Die gebruikmaking van 'n tans ongebruiklike aktiwiteit of kapasiteit is 'n belangrike meganisme vir die verandering in evolusie (19). Die hipotetiese verduideliking van die funksie van honde se lang hare om vlooi te huisves, is 'n voorbeeld van hierdie stelling. Daar kan moontlik in die toekoms aktiwiteite en kapasiteite plaasvind, of 'n aksie wat in die verlede as 'n ongebruiklike aktiwiteit beskou is, kan in die toekoms verander en 'n bydrae lewer tot die oorlewing en/of voortplanting van die item ter sprake. Die teenoorgestelde is egter ook moontlik: 'n gebruiklike aktiwiteit kan op 'n latere stadium as ongebruiklik beskou word deurdat dit geensins meer bydra tot die oorlewing en/of voortplanting van die lewende organisme nie. 'n Goeie voorbeeld is mangels. Aktiwiteite hoef nie aan een soort funksie gebonde te wees nie. Hierdie eerste funksionele verduideliking is besorg oor die aktiwiteit wat die item uitvoer en

of dit gebruiklik is of nie, en vra dus spesifiek wat hierdie aktiwiteit is—soos byvoorbeeld die aktiwiteit van die hart om te klop.

Die tweede funksionele verduideliking (funksie as oorsaaklikheidsrol of funksie_{or}) wat Wouters (1999) noem is verduidelikend in terme van die oorsaaklikheidsrol wat die item ter sprake speel om 'n komplekse aktiwiteit of kapasiteit te handhaaf (18). Eienskappe van oorsaaklikheidsrolle beskryf hoe 'n sekere item ter sprake bydra tot die aktiwiteit of kapasiteit van 'n sisteem waarvan die betrokke item deel vorm (23). Dit bou met ander woorde voort op funksie_{ak}. Funksie_{ak} beskryf slegs die aktiwiteit of kapasiteit, soos byvoorbeeld 'vlieg', 'swem' of 'klop', en nie die invloed wat die aktiwiteit of kapasiteit op die sisteem het nie. Indien ons bepaal wat die invloed van daardie aktiwiteit op die sisteem is, dan verduidelik ons funksie in terme van funksie_{or}. Funksie_{or} plaas die aktiwiteit dus in 'n breë konteks. Nie net 'loop' of 'swem' (funksie_{ak}) die item ter sprake nie maar dien 'loop' ook die funksie om kos te verkry of vir gesondheid/oefening (funksie_{or}) (25). Indien ons weer die voorbeeld van die hart gebruik, dien die aktiwiteit van klop as funksie_{ak}, en om bloed deur die liggaam te sirkuleer as funksie_{or} wat dus 'n groter konteks inkorporeer as die blote klop aktiwiteit. Hierdie tweede funksie wat Wouters verduidelik, funksie as oorsaaklikheidsrol, word gekoppel aan die verduideliking van oorsaaklikheid wat vroeër bespreek is. Dit vra dus af wat die oorsaak is van die aksie wat die item uitvoer.

Wouters (1999) noem nog 'n verduideliking wat omskrywend is van die geselekteerde voordele wat die spesifieke item ter sprake bydra tot die oorlewing en/of voortplanting van die sisteem (funksie as oorlewingswaarde of funksie_{ow}). Die derde verduideliking kan beskou word as die breë benadering wat vroeër in hierdie hoofstuk onder die oorlewingswaardebenadering uiteengesit is om bepaal

...why it is useful that a certain item or behaviour is present or absent and/or why it is useful to certain organisms that a certain item or behaviour has a certain character.

(*ibid*)

Beide funksie_{or} en funksie_{ow} kyk na die aktiwiteit of kapasiteit en hoe dit bydra tot die oorlewing en/of voortplanting van die sisteem. Die verskil is egter dat funksie_{or} na die eienskappe in terme van oorsaaklikheidsrolle kyk, asook hoe die item gebruik word om 'n komplekse aktiwiteit of sy kapasiteit te bereik (33). Terwyl funksie_{ow} primêr daarop gerig is om eienskappe te identifiseer in terme van oorlewingswaarde en hoe die teenwoordigheid of aktiwiteit van daardie item ter sprake bydra tot die lewensvoordele of afstammeling van 'n sisteem (*ibid*). Die funksie as oorsaaklikheidsrol

...speak of the causal role of an item or behaviour *in* a certain organism and of the survival value of that item or behaviour having a certain character *for* an organism in a certain environment.

(*ibid*)

Nog 'n belangrike verskil tussen funksie_{or} en funksie_{ow} is dat die eienskappe van oorlewingswaarde (funksie_{ow}) vergelykend en verwant aan 'n sekere omgewing is, terwyl eienskappe van oorsaaklikheidsrolle (funksie_{or}) nie vergelykend en afhanklik van die omgewing hoef te wees nie. Funksie_{or} kan per toeval 'n gevolg veroorsaak op 'n sisteem, maar hoef nie noodwendig deel te vorm daarvan nie. Funksie_{ow} fokus dus op die konteks waarin die item ter sprake voorkom en bepaal die funksie deur die teenwoordigheid of aard van die item ter sprake te ontleed. Indien die hart en sy klop aktiwiteit nie deel is van die liggaam (die sisteem/konteks) nie en geen verdere veranderinge word aan die sisteem aangebring nie, sal die organisme nie meer leef nie. Dit is dus vir die onthalwe van die organisme se oorlewing, voordelig om 'n hartklop te hê en word daarom as 'n funksie beskou (funksie_{ow} met ander woorde). In kort vra die funksie as as oorlewingswaarde wat die waarde is van die aksie wat die item uitvoer. Die eindfunksie van oorlewing moet teenwoordig wees om van waarde te wees en fokus hierdie verduideliking daarop.

Daar bestaan ook 'n vierde funksie (funksie as geselekteerde effek of funksie_{se}) wat Wouters (1999) noem en dit verduidelik funksie in terme van geselekteerde effek. Hierdie tipe verduideliking beskryf funksie ten opsigte van evolusie. Funksies as geselekteerde effek "are singled out by their role in the evolutionary history of the trait to which the function is attributed" (*ibid*), met ander woorde "[s]elected effects

are past effects that help to explain the trait's current presence and/or frequency in the population" (*ibid*). Alhoewel dit op die oog af mag voorkom asof funksie_{se} baie soos funksie_{ow} lyk is die twee tog verskillend. Funksie_{se} dra 'n ekstra eienskap by tot die verduideliking deurdat die item ter sprake op so 'n wyse moet ontwikkel ("evolve")—spesifiek dus die oog op evolusie—dat dit bydra tot die oorlewing en/of voortplanting van die sisteem (34). Funksie_{se} werp dus 'n terug blik op die wordingsgeskiedenis van die item ter sprake en hoe daardie item vir 'n tydperk belangrik was vir die sisteem, terwyl funksie_{ow} na die oorlewingswaarde fokus, asook hoe die item ter sprake moontlik van belang kan wees vir die sisteem (35). Dit dui daarop dat 'n verandering plaasgevind het gedurende die evolusie proses wat die item ter sprake verbeter het en dus 'n bydrae gelewer het tot die oorlewing en/of voortplanting van die sisteem. Wouters (1999) gebruik *pearlfish* as 'n voorbeeld ten einde funksie_{se} te verduidelik. Pearlfish het die gedrag aangeleer om rondom en binne-in seekomkommers (holoturiër) te woon en te skuil, om so dus roofvisse te vermy. Die grondliggende oorweging van pearlfish om seekomkommers te bewoon is om hulself te beskerm teen roofvisse en in die proses van hierdie gedragspatroonverandering ontstaan daar 'n tweede funksie vir hierdie optrede naamlik dat pearlfish lig vermy en sodoende minder sigbaar is vir roofvisse. Die tweede funksie word slegs as 'n 'sekondêre behoefte' gesien en word nie ten opsigte van geselekteerde effek verduidelik nie (funksie_{se}). Dit word slegs as 'n nuwe-effek beskou in terme van wat gebeur as hul seekomkommers bewoon aangesien hulle teen die gevaar van roofvisse wil skuil. Die funksie om naby seekomkommers te woon ten einde lig te vermy kan as 'n verduideliking van funksie_{ow} gesien word, dat hierdie soort funksie liever 'n verduideliking is van sy oorlewingswaarde en dit die pearlfish help om verder te oorleef¹³. Funksie as geselekteerde effek fokus slegs op evolusie en hoe die wordingsgeskiedenis van die item en sy aksie as funksie bydra tot oorlewing. Hierdie funksionele verduideliking kan gekoppel word met die etiologieseteorie wat geskiedkundig funksie bepaal.

¹³ Alhoewel hierdie Wouters (1999) se argument is dat die skuiling rondom seekomkommers die primêre funksie is en die vermyding van lig die sekondêre funksie is, stem ek egter nie saam dat hierdie twee funksies absoluut hiërargies geskei kan word nie.

As 'n bydrae tot sy proefskrif stel Wouters (1999) 'n vyfde soort funksie voor wat die item ter sprake op 'n funksionele vlak verduidelik en wat hy noem: ontwerp verduideliking (funksie_{ov}). Ontwerp verduidelikings

...show their audience how the different parts of an organism, the form and activity of those parts, the behaviour of the organism are functionally dependent on each other and on the environment in which the organism lives.

(253)

Hierdie vyfde funksionele verduideliking inkorporeer 'n paar of alle verduideliking hierbo genoem. Dit plaas klem op die komplekse verweefdheid en afhanklikheid van die verskillende funksionele verduidelikings. Verder tref hy 'n onderskeid tussen twee soorte ontwerp verduidelikings; die een se belange lê in hoe die item ter sprake vir die sisteem van gebruik is en die ander se belange lê in hoekom hierdie spesifieke item ter sprake meer van nut as 'n ander denkbare funksie is (263). Beide hierdie verdere onderskeidings identifiseer eerstens 'n oorsaaklikheidsrol in die item ter sprake en daarna word daar vasgestel of dit gebruiklik is, en ook hoekom dit beter presteer as 'n ander denkbare funksie. Wouters (1999) gebruik die voorbeeld van die swartkopmeeue wat hulle eierdoppe verwyder. Navorsers het bevind dat dit tot die voordeel strek van hierdie soort voëlspeise se oorlewing om hul eierdoppe van die nes te verwyder, aangesien die kleur van die eierdoppe nadat die kuikens uitgebroei het roofdiere lok. Die swartkopmeeue verwyder om hierdie spesifieke rede hul eierdoppe kort nadat die kuikens uitgebroei het. Die funksie van die verwydering van die leë eierdoppe is dus om die roofdiere van die nes af weg te lok en daarom het dit 'n oorsaaklikheidsrol (funksie_{or}) en dit verduidelik ook die funksie in terme van 'n oorlewingswaardeverduideliking (funksie_{ow}). Dit beskik ook oor 'n aksie (funksie_{ak}), om te verwyder of weg te dra, wat die funksie as aktiwiteit verduidelik. Swartkopmeeue verwyder egter nie onmiddellik nadat die kuikens uitgebroei het die leë eierdoppe van die nes nie, maar wag so 'n paar uur, aangesien daar roofdiere in die nabye omgewing mag wees wat op die nuut uitgebroeide eiers en ook op pas uitgebroeide kuikens self prooi. Die ouers wag vir die kuikens en eierdoppe om droog te word alvorens hul die leë doppe verwyder en op so 'n wyse beskerm hul die kuikens teen moontlike roofdiere in die nabye omgewing. Hier speel die omgewing

dus 'n uiters belangrike rol in die bepaling van die funksie van die item ter sprake. Die swartkopmeeue interpreteer dus hulle nabye omgewing om die beste tyd te kies om die eierdoppe te verwyder.

Wouters (1999) staan by sy punt dat ontwerp verduidelikings klem plaas op die verskillende tipes funksie en dat hulle verskillende soorte funksionele verduidelikings onder een sambreel term, naamlik ontwerp verduidelikings, geïnkorporeer moet word. Hierdie benadering is meer beskeie as om slegs een funksie te verdedig en die gevaar te loop dat dit teenstrydig is (byvoorbeeld die geneigtheidsteorie teenoor die etiologieseteorie), terwyl dit slegs verskillende verduidelikings van funksie is. Ek stem egter saam met Wouters hieroor, maar die vyfde funksie, en veral die komplekse verweefdheid tussen die tipes funksionele verduidelikings kon in terme van sy voorbeelde meer in diepte bespreek word. Hierdie komplekse verweefdheid word veral in die relasionelebiologiebenadering (Hoofstuk 2) uitgebrei.

1.3. Kritiek op die oorlewingswaardebenadering

Alhoewel die vertakings van die oorlewingswaardebenadering teenstrydig is, dui dit verskillende maniere om funksie te beskou aan. Hierdie teenstrydighede toon aan dat funksionele verduidelikings 'n komplekse saak is en nie ooreenstemmend en eenvoudig is, veral as lewende organismes ter sprake is, nie. Die oorlewingswaardebenadering wys in hul studie aangaande funksie die *verhouding* tussen die item ter sprake en sy nabye omgewing af en hou voor dat die item ter sprake in *afsondering* bestudeer en bepaal kan word. Die oorlewingswaardebenadering fokus slegs op die item ter sprake en sy kapasiteit om 'n aksie as funksie te vervul. Daar moet in diepte op die verhouding tussen die item en sy nabye omgewing gefokus word ten einde die funksie van 'n item ter sprake te bepaal en sodoende 'n benadering omtrent funksie te formuleer. Die probleem is egter dat

...by dealing with individual functions of organisms, and capturing these aspects in separate models and formalisms, he [the biologist of the survival value approach] had somehow lost the organisms themselves and could not get them back.

(Rosen 1991: 111)

Die oorlewingswaardebenadering het probeer om die dinamiese grondbeginsel te vind deur om die verskillende tipes gedeeltes empiries te ondersoek (ek het hierdie tipes gedeeltes tot dusver die item ter sprake genoem) (118). Die funksie word dus bepaal deur die item ter sprake in afsondering te bestudeer, en ook hoe dit, op 'n eenvoudige manier, in wisselwerking tree met dinge rondom dit (*ibid*). Ons moet spesifiek oplet hoe die item ter sprake reageer op interaksies wat daarop uitspreek, en ook hoe dit op sy beurt terugvoer op 'n ander uitvoer (*ibid*). Die eerste punt van kritiek op die oorlewingswaardebenadering tot funksie is dat ons nie die item ter sprake in *afsondering* kan bestudeer nie. Die item ter sprake is deel van 'n netwerk/sisteem/omgewing/konteks en dit is juis hierdie interaksie met sy nabye omgewing of *organisasie*, soos Rosen (1991) daarna verwys, wat die funksie van die item uitmaak. Daar moet dus aan die onderliggende struktuur van die organisasie waarvan die item ter sprake deel is aandag geskenk word, eerder as om die item in afsondering te bestudeer.

Die oorlewingswaardebenadering het slegs betrekking op lewende organismes en hul spesie. Hierdie benadering fokus alleenlik op funksie ten opsigte van hoe dit tot die oorlewing van 'n betrokke lewende organisme en/of sy spesie bydra en neem nie voorwerpe, prosesse en gebeurtenisse in ag nie. Die oorlewingswaardebenadering skiet tekort in die vergelyking van nie-lewende objekte, en ook ten opsigte van sommige sisteme soos byvoorbeeld sosiale sisteme. Objekte het nie nodig om te oorleef nie aangesien dit nie lewende items is nie, maar tog voer ons aan dat voorwerpe en prosesse 'n funksie vervul (ons voer aan dat die funksie van 'n ketel is om water te verhit). 'n Benadering tot funksie behoort omvattend en nie slegs na lewende organismes verwys nie, maar ook voorwerpe, prosesse en gebeurtenisse in ag neem. Ek stem egter saam met Wouters (1999) dat elkeen van hierdie benaderings en teorieë 'n afsonderlike tipe vraag stel in verband met funksionele verduidelikings en dit kan bystand aan 'n navorser verleen, sou sy 'n gespesialiseerde ondersoek loods op 'n funksionele verduideliking in terme van byvoorbeeld evolusie.

In die volgende hoofstuk sal die relasionelebiologiebenadering omskryf word, soos uiteengesit deur Rosen (1991). Hierdie benadering versterk Wouters (1999) se vyfde funksie, funksie as ontwerp, en openbaar 'n nuwe manier om funksie te bestudeer. Die relasionelebiologiebenadering beklemtoon dat ons funksie as deel van 'n organisasie/sisteem moet beskou, waaraan Wouters en ander biologie-filosowe maar bloedweinig aandag geskenk het. Behalwe om funksie alleenlik te verduidelik, soos in die geval van die vyf tipes funksionele verduidelikings, beweer die relasionelebiologiebenadering ook wat funksie is. Hoofstuk 2 gaan uitbrei oor die grootste gedeelte van kritiek op die oorlewingswaardebenadering: dat die benadering konsepte soos 'lewe', 'oorsaaklikheid' en 'organisme' as voor die hand liggend beskou.

GEVOLGTREKKING

Die teenstrydige teorieë onder die oorlewingswaardebenadering dui aan dat hierdie teorieë nie sonder struikelblokke voorkom nie (soos in die geval van dubbele funksies, abnormale werking en wanneer nuwe funksies plaasvind), en verder verskil biologie-filosowe van mekaar ten opsigte van hoe presies die funksie van 'n item ter sprake bepaal behoort te word. Ten spyte van die teenstrydige aard van hierdie benadering, verduidelik dit steeds nie wat met funksie bedoel word wanneer ons daarna verwys nie. Die oorlewingswaardebenadering wil slegs die item ter sprake se bydra tot sy eie oorlewing en dié van sy spesie ondersoek ten einde die funksie vas te stel. Tog bly die vraag staan: wat verstaan ons onder die begrip 'funksie'? Die relasionelebiologiebenadering is beter toegerus om 'n verduideliking op hierdie vraag te kan verskaf. In plaas daarvan om die item ter sprake in afsondering te bestudeer, word dit volgens laasgenoemde benadering in terme van die item se interaksie met sy nabye omgewing en sy rol daarin, ondersoek. Dit verduidelik wat funksie is en hoe dit bepaal kan word. Dit oorkom ook al die probleme wat die oorlewingswaardebenadering en sy teorieë ondervind. Hierdie tweede primêre benadering, naamlik die relasionelebiologiebenadering, kan op lewende sowel as nie-lewende organismes van toepassing gemaak word.

’n Rede vir die teenstrydighede in die oorlewingswaardebenadering is dat skrywers ’n normatiewe toenadering tot funksionele beskrywing aanpak. In plaas daarvan dat funksie bepaal en beskou word in ’n bepaalde konteks soos dit vervul word in daardie konteks, wil die benadering eerder aanvoer wat die funksie *behoort* te wees. ’n Eienskap van modernisme. Die benadering maak egter veralgemenings oor funksies en koppel absolute funksies, of in Millikan (1995) se woorde ‘egte funksies’ (13), aan items. Enige ander “funksies” word beskou as afwykings of sekondêre funksies wat sporadies gebeur en geïgnoreer moet word. Hierdie benadering tot funksie plaas ’n beperking op die verduideliking tot funksies en in my opinie is dit nie ’n volwaardige studie oor funksie nie. Alhoewel hierdie benadering onthullings bring op sekere verduidelikings oor funksie, soos dit byvoorbeeld in die verduideliking van evolusieleer kan gebruik word, stel ek ’n beter benadering tot funksie voor wat wegbreek van die normatiewe siening hieroor en ’n item, hetsy dit ’n voorwerp, proses of lewende organisme is, se funksie beskou soos dit werklik in ’n konteks vervul word. In die volgende hoofstuk gaan ek ’n benadering bespreek wat nie funksie normatief beskou nie maar eerder funksie beskou binne ’n sekere konteks soos dit werklik is. Hierdie benadering sit klem op die rol wat die omgewing speel in die bepaling van die aksie as funksie.

Behalwe dat die oorlewingswaardebenadering nie funksie in meer besonderhede verduidelik nie, versuim dit ook om dit uit te brei op terme soos oorsaaklikheid, organisme, lewe en doel, en beskou hierdie terme as voor die hand liggend. Die volgende hoofstuk gaan veral uitbrei op hierdie terme. ’n Lewende organisme is ’n komplekse- en oop sisteem wat beteken sy beïnvloed en word beïnvloed deur haar nabye omgewing. ’n Aksie as funksie word nie netjies verpak en beweeg vanaf die item tot die oorsaak van lewe nie, maar kan dit verbeter, verdwyn of verander (Cilliers 2005: 3). Lewe is ook nie ’n eienskap wat die komponente van ’n lewende organisme besit nie, maar word dit slegs toegeken aan die sisteem in sy geheel. Een komponent is nie verantwoordelik vir lewe nie maar eerder die samehangendheid van al die komponente en hulle onderskeie funksies wat wederkerig beïnvloed word.

HOOFSTUK 2 :

Die relasionelebiologiebenadering

INLEIDING

'n Meer onlangse benadering wat handel oor die begrip *funksie* en wat veral onder die biologie-filosowe floreer, staan bekend as die *relasionelebiologiebenadering* ("relational biology"). Hierdie benadering het sy oorsprong in 1954 waar Rashevsky meer klem geplaas het op die *relasie* tussen items eerder as om die item ter sprake in afsondering te bestudeer. Hierdie benadering is veral deur Rosen (1991) omskryf en uitgebrei in sy boek *Life itself* en gaan ek van sy idees gebruik maak in hierdie hoofstuk. Een van die hoofkenmerke van hierdie benadering is dat funksie beskou word binne 'n konteks: dit bestudeer die funksie van 'n item binne 'n sekere omgewing en op 'n sekere tydstip. Nie net word die klem op interaksies en die konteks geplaas nie maar ook op die rol wat die omgewing speel; die omgewing bied nie slegs die ruimte waarin die item 'n funksie kan vervul nie, maar dra ook by tot die bepaling van die item ter sprake se funksie. Die item se aksie beïnvloed die omgewing en die aksie word ook deur sy omgewing beïnvloed; die effek van hierdie aksie binne die sisteem word as die funksie van daardie item beskou. Die item ter sprake beskik met ander woorde oor genoegsame identiteit om eienskappe uit die sisteem te haal en eienskappe terug te besorg aan die sisteem (Rosen 1991: 121). Die interrelasies kan op so 'n manier georganiseer word dat dit selforganiseer en 'n sisteem vorm; hierdie sisteem op sy beurt kan ook 'n funksie vervul. Ek fokus nie net op komponente en hulle funksie(s) nie, maar ook op sisteme en hoe 'n sisteem 'n funksie(s) kan vervul. Daar is egter verskillende soorte sisteme wat in hierdie hoofstuk bespreek gaan word, waarvan een tipe sisteem op so 'n manier georganiseer is dat dit homself kan fabriseer. Hierdie soort sisteem is op so 'n wyse toegerus dat elke komponent 'n funksie vervul wat *samehangend* (Meadows 2010: 12) lei tot die self-fabrisering van die sisteem en aan die sisteem die eienskap van *lewe* gee (Rosen 1991: 245). Wat dus 'n materiële sisteem die eienskap van lewe gee is dat die sisteem homself kan fabriseer.

In hierdie hoofstuk gaan daar oor die relasionelebiologiebenadering se idee oor funksie bespreek word. Hierdie benadering verduidelik wat funksie is en hoe om dit te bepaal. Die relasionelebiologiebenadering se fokus is ook op lewende organismes soos die oorlewingswaardebenadering (’n leemte van hierdie benadering), maar, soos my voorbeelde in hierdie hoofstuk sal skets, kan dit ook van toepassing gemaak word op voorwerpe en nie-lewende sisteme. Sleutelwoorde soos komponent, interaksie, oorsaaklikheid, organisasie en sisteme gaan veral aandag verleen in hierdie hoofstuk en waar kompleksiteitsdenke, uiteengesit deur Cilliers (2005) en Morin (2006a, 2006b), hulp kan verleen in die uitbreiding daarvan. Hierdie hoofstuk bied antwoorde op die vraag ‘wat is die funksie van lewende organismes?’ en ook ‘wat is lewe?’ en waar hierdie twee vrae nie los van mekaar is nie.

2.1. Die relasionelebiologiebenadering

Sedert die 1950s het daar ’n groot verskuiwing plaasgevind ten opsigte van funksionele verduidelikings. Wouters (1999) het reeds bevind dat die item ter sprake deel vorm van ’n groter geheel/omgewing/sisteem (uitgebrei in Hoofstuk 1). Die item en sy omgewing¹⁴ het ’n wedersydse invloed op mekaar, en hierdie *relasies* het ’n invloed op die funksie wat die item vervul. Die fokus is nie net op die item ter sprake se kapasiteit om ’n funksie te vervul nie maar ook die invloed wat die omgewing uitoefen om die funksie van die item te bepaal. Die omgewing dra nie net by tot die bepaling van ’n item se funksie nie, maar is dit ook belangrik tot die verstaan van funksie: sonder die invloed van die omgewing is die aksie wat die item uitvoer slegs ’n aksie, en nie ’n *aksie as funksie* nie. Eerder om die item in afsondering te bestudeer, soos die oorlewingswaardebenadering funksionele verduidelikings aanpak, moet die *interaksie* tussen die item en sy nabye omgewing veral in ag geneem word. Hierdie benadering staan bekend as die relasionelebiologiebenadering wat sy oorsprong in Rashevsky in 1954 gevind het. Die funksie van ’n item is nie ’n kettingreaksie waar die laaste skakel bydra tot oorlewing nie. Funksie is eerder ’n netwerk van komplekse interaksies tussen items

¹⁴ Wat ek as die omgewing beskou is wat Rosen (1991) na verwys as die “ambience” (41). Dit verwys met ander woorde na die “*eksterne wêreld*, die wêreld van objektiewe realiteit, en die wêreld van fenomene” (*ibid*).

en wat ook terugvoer veroorsaak. Hierdie verskuiwing wat wegdoen daarmee om die item ter sprake in afsondering te bestudeer, is van kardinale belang in biologie sowel as in alle ander vorme van komplekse sisteme en hulle onderskeie dissiplines. Om verder hierop uit te brei gaan ek Rosen (1991) se uitgangspunt oor funksie van gebruik maak wat in sy boek *Life itself* uitgebrei word.

Rosen (1991) beskou 'n item ter sprake/komponent/element as 'n *deeltjie van funksie*¹⁵ ("particle of function")(120). Die *aksie as funksie* van die item ter sprake en die *item ter sprake self* (as komponent) is gekoppel aan mekaar en ook aan die sisteem waaraan dit behoort. Hy sit dit as volg uiteen:

... the notion of *component* is tied to that of *function*, and this in turn is dependent upon the larger system of which the component is a part. If we isolate the component, and consider it as a thing in itself, it loses its function. In other words, a functional description is *contingent*, and not absolute; to describe a functional unit necessarily involves aspects outside the unit itself.

(121)

Wanneer ons die funksie van 'n item ter sprake wil bepaal, kan ons nie anders as om die item en sy omgewing, en hul interaksie te bestudeer nie. Dit is juis binne sy omgewing waar die item ter sprake 'n funksie vervul en sou ons die item uit sy omgewing verwyder en in afsondering bestudeer, verloor die item sy funksionele aksie. Hierdie interaksies is konteksgebonde wat die aksie as funksie afhanklik en uniek maak tot daardie spesifieke omgewing waaraan dit behoort en in relasie tot is. 'n Absolute funksionele beskrywing is onmoontlik indien die interaksies van volop is en die konteks dinamies en veranderbaar is.

Beide die relasionelebiologiebenadering en die oorlewingswaardebenadering beskou funksie eerstens as 'n aksie wat uitgevoer word. Wat nie duidelik uiteengesit word in die oorlewingswaardebenadering nie is: wat maak funksie anders as 'n aksie behalwe dat die uiteinde van 'n kettingreaksie (direk of indirek) oorlewing is? In hierdie geval kan enige tipe aksie gesien word as 'n funksie indien 'n lineêre

¹⁵ Tot dusver het ek die *deeltjie van funksie* die *item ter sprake* genoem. Dit is met ander woorde die item wie se funksie ons wil bepaal.

oorsaaklikheidslyn gevind kan word tot by die oorlewing van 'n organisme en/of sy spesie. Indien kompleks- en oop sisteme in ag geneem word kan daar nie 'n reguit oorsaaklikheidslyn gevind word vanaf die item se aksie tot by oorlewing nie. Die oorlewingswaardebenadering neem nie in ag dat 'n aksie se invloed of kan verbeter, of onderdruk kan word of kan verander op verskeie maniere nie (Cilliers 2005: 3). Alhoewel die item ter sprake die kapasiteit het om 'n sekere aksie uit te voer is dit die omgewing wat ook 'n invloed het op hierdie aksie. Die hart het die kapasiteit om 'n aksie van klop uit te voer. Om hierdie aksie as 'n funksie te beskou moet die aksie ook beïnvloed word deur die sisteem deur of vinniger of stadiger te klop sou dit vereis word van die lewende organisme as sisteem. Indien dit nie beïnvloedbaar is deur die sisteem nie word dit slegs beskou as 'n aksie met geen funksie binne die sisteem nie. Indien die liggaam vereis dat die hart vinniger moet klop en die hart is nie beïnvloedbaar nie, sal die sisteem sterf in hierdie geval. En wat beteken die hart vir die sisteem indien dit nie beïnvloedbaar is nie? Die *aksie as funksie* word gekoppel aan die deeltjie van funksie wat *deel* vorm van 'n sisteem wat ook 'n invloed uitoefen op die aksie as funksie. Dit is nie slegs die aksie wat as funksie beskou word nie maar ook die terugvoer wat plaasvind vanaf die sisteem. Die item is dus wederkerig met sy nabye omgewing en daarom voer ek aan, saam met Rosen (1991), dat die item nie in afsondering bestudeer kan word wanneer ons funksie bestudeer nie. Hierdie wederkerigheid bou 'n geskiedenis op wat ook 'n invloed het op die aksie as funksie. Vorige aksies/toestande vorm noodsaaklike invloede op die huidige aksie as funksie van die item/die sisteem (Cilliers 2005: 92). Alhoewel 'n sisteem die kapasiteit het om te vergeet word die aksie as funksie nie op nuut bepaal nie maar speel die verlede ook 'n rol. Hierdie geskiedenis is ook eie aan 'n komponent/sisteem en wat 'n absolute funksionele beskrywing nog moeiliker maak.

Die funksie om 'n ruk lank in die nes te vertoef deur swartkopmeeue wat Wouters (1999: 263) gebruik is 'n toepaslike voorbeeld waar die omgewing 'n groot rol speel. Alhoewel die verwydering van leë eierdoppe uit die nes belangrik vir voëls in die algemeen is—omdat die kleur daarvan roofdiere lok—veroorsaak die spesifieke omgewing dat die swartkopmeeu 'n ruk by die nes vertoef om moontlike roofdiere—spesifiek tot daardie omgewing—af te weer wat se eetvoorkeure nat uitgebroeide kuikens behels. Sodoende kan die swartkopmeeu die nuut uitgebroeide kuikens

beskerm totdat die leë eierdoppe en die kuikens hul reuk verloor het en nie meer roofdiere lok nie. In hierdie geval word daar bepaal dat dit eerstens onveilig vir die swartkopmeeue in hul spesifieke omgewing is om eierdoppe in die nes te los weens die kleur en tweedens dat die pas uitgebroeide, nat eierdoppe en kuikens as gevolg van die reuk daarvan, steeds roofdiere gaan lok. Om hierdie rede moet 'n swartkopmeeu eers 'n ruk wag alvorens hy die nes kan verlaat om die eierdoppe weg te gooi. Swartkopmeeue het met behulp die wedersydse invloed met sy omgewing die beste tyd gevind om die eiers te verwyder. Sou hulle net programmeerbaar eiers verwyder vanuit die nes sonder om die invloed van die nabye omgewing in ag te neem—met ander woorde roofdiere wat op soek is na nuut uitgebroeide kuikens—is dit net 'n aksie wat herhaalbaar plaasvind en moontlik geen funksie dien nie. Die konteks van die swartkopmeeue bepaal wanneer dit die veiligste tyd is om die leë eierdoppe te verwyder wat moontlik met die verloop van tyd vasgestel is omdat roofdiere in die verlede maklik die kuikens kon gips omdat die ouers nie by die nes was nie. In 'n ander omgewing mag dit dalk wees dat die leë eierdoppe dadelik verwyder kan word weens roofdiere wat nie op nuut uitgebroeide kuikens leef nie.

Behalwe dat die omgewing ook 'n rol in die bepaling van funksie speel, argumenteer Rosen (1991) dat die item ter sprake oor ten minste twee eienskappe moet beskik om 'n funksie te kan vervul. Hy voer aan dat:

... a component must be endowed with the following properties: (1) it must possess enough "identity" to be considered a thing in itself, and (2) there must be enough room for it to acquire properties from larger systems to which it may belong. That is: the formal description of a component in itself as a thing; the other part must be *contingent* on such a larger system. It is this latter part that specifically pertains to the *function* of the component.

(121)

Om 'n funksie te kan vervul moet die item te sprake eerstens oor genoegsame *identiteit* beskik om iets insigself te wees (*ibid*), soos byvoorbeeld die hart. Sou die hart slegs 'n dik aar wees wat eintlik net deel vorm van die liggaam se bloedsomloop, beskik die hart nie oor genoeg identiteit nie, maar vorm eerder deel

van die identiteit van die bloedsomloopstelsel waardeur bloed vloei¹⁶. In die geval van die swartkopmeeue besit hulle oor genoegsame identiteit om inligting vanaf die sisteem te kry om so dus die veiligste tyd te kies om die eierdoppe te kan verwyder. Indien die aksie van verwydering van leë eierdoppe nie ook deur die omgewing bepaal word nie, bly dit bloot net 'n aksie met geen funksie nie¹⁷. Tweedens moet daar genoeg ruimte wees om die nodige eienskappe vanaf 'n groter sisteem te verkry waaraan dit behoort (*ibid*). Indien daar nie genoeg ruimte is om 'n funksie te vervul nie word die aksie as funksie onderdruk en kan dit nie uitgevoer word nie. Indien die ruimte vergroot, dit wil sê meer interaksies vind plaas, is dit moontlik dat die item ter sprake meer as een funksie vervul. Hoe groter die ruimte hoe meer komponente is betrokke waarmee die item ter sprake mee relasies kan vorm asook subsisteme mag vorm waar die item in elke subsisteem 'n ander funksie kan vervul. Die hart mag dalk net een funksie vervul naamlik bloedsirkulasie maar die swartkopmeeue het meer relasies omdat meer komponente ter sprake is en kan dus menigvuldige funksies soos die verwydering van leë eierdoppe, die grootmaak en beskerming van kuikens, en die bestuiwing en verspreiding van stuifmeel en pitte, om net 'n paar op te noem. Funksie behels dus die kapasiteit van die item om 'n aksie te kan verrig, die invloed van die omgewing op die aksie en die ruimte wat die omgewing skep om 'n funksie te kan vervul (konteks). Dit is nie slegs die kapasiteit van die item ter sprake om 'n aksie te verrig wat beskou kan word as 'n funksie, soos wat die oorlewingswaardebenadering beweer, nie.

Daar is twee maniere om funksies te bepaal volgens Rosen (1991). Indien ons die funksie van die item wil bepaal kan ons bloot die item verwyder uit die groter sisteem of die aksie van die item ietwat wysig (116). Indien die hart verwyder word uit die

¹⁶ Dit wil sê dat die bloedsomloop vir die vloei van bloed deur die liggaam verantwoordelik is en nie alleenlik die hart nie. Die bloedsomloop insigself moet dan 'n aksie uitvoer van bloedsirkulasie wat nie alleenlik gekoppel is aan die hart nie.

¹⁷ Die verwydering van leë eierdoppe kan wel in 'n ander konteks geplaas word waar die verwydering daarvan weens die maak van spasie binne die nes (omgewing se invloed). Hier word 'n ander konteks/omgewing in ag geneem en soos Rosen sal argumenteer 'n ander funksie moontlik mag plaasvind. Die punt is dat funksie afhanklik van 'n groter sisteem is waaraan die item ter sprake behoort en daarom is funksie nie absoluut nie. Die funksionele verduideliking is ook afhanklik van die waarnemer en die komponente en interaksies wat sy in ag neem in haar verduideliking.

menslike liggaam sal die biologiese sisteem verander. In hierdie nuwe organisasie sal die afwesigheid van 'n hart 'n groot impak op die menslike liggaam uitoefen en die mens sal tot sterwe kom. Om egter die item ter sprake te verwyder is 'n moeiliker manier ten einde die funksie van die item te bepaal, aangesien daar 'n hele aantal faktore bestaan wat gesamentlik tot die dood van die mens/sisteem kan bydra en nie alleenlik gekoppel word aan die verwydering van die hart nie. Deur óf die item ter sprake te verwyder uit sy sisteem óf om die aksie van die item ter sprake te wysig kan ons bepaal of die item oor 'n funksie beskik en wat daardie funksie is, indien enige. Met ander woorde, die

... discrepancy between the two *systems* defines the concept of *component*; the discrepancy between the two *behaviours* defines the *function* of the component.

(Rosen 1991: 116)

Dit wil sê die verskil tussen die twee organisasies—in die organisasie waar die hart sonder invloed klop (ou organisasie) en die organisasie waar die aksie van die hart gewysig word (nuwe organisasie)—definieer die begrip van die komponent/item ter sprake, met ander woorde dat die item ter sprake oor genoegsame identiteit beskik om as 'n item/komponent beskou te word. Die item neem eienskappe uit die sisteem en besorg ook eienskappe aan die sisteem en dat dit ook genoeg ruimte het om 'n funksie te kan vervul. Sou die hart in die organisasie verwyder word of die aksie wat die hart uitoefen gewysig word, skep dit 'n *nuwe organisasie* sonder 'n hart, of 'n organisasie waarin die aksie se gedrag of stadiger of vinniger gewysig word. In die geval van die twee organisasies (ou- en nuwe organisasie) waaraan die hart behoort, besit die hart oor genoegsame identiteit ten einde dit as 'n hart te erken wat 'n funksie het en dit nie bloot 'n dik aar is wat deel vorm van die bloedsomloopstelsel nie. Daar is met ander woorde 'n verskil in die twee organisasies wat beteken die hart beïnvloed en word beïnvloed deur die sisteem; die hart beskik met ander woorde oor genoeg identiteit. Die sisteem bied ook genoeg ruimte vir die hart om eienskappe vanaf die sisteem te verkry; deurdat daar 'n wedersydse invloed tussen die hart en die sisteem bestaan. Dit beteken dat die hart nie slegs eienskappe vanaf die sisteem weg dra nie, maar ook eienskappe daaraan terug besorg. Sou daar geen

verskil gewees het in die ou- en nuwe organisasie nie, het die item ter sprake geen funksie vervul in daardie organisasie/kontek nie. Die verskil in gedrag tussen die twee organisasies definieer die funksie van die item. In die ou organisasie het bloedsirkulasie plaasgevind en in die nuwe organisasie waar wysiging plaasvind sirkuleer bloed vinniger/stadiger. Sou die hart uit die sisteem verwyder word dan vind geen bloedsirkulasie plaas nie. Dit beteken dat die hart se funksie is om bloed te sirkuleer. Sou geen verskil in gedrag plaasvind nie het daar geen invloed plaasgevind in die sisteem deur die aksie wat uitgevoer is nie. Die item se aksie bly bloot 'n aksie en word nie beskou as 'n funksie nie. Die klop geluid van die hart is 'n voorbeeld waar dit bloot 'n geluid as aksie maak maar beïnvloed nie die sisteem/liggaam nie; daarom is die kloppende geluid nie 'n funksie in hierdie konteks nie.

Tog in 'n ander konteks/sisteem vervul die geluid van die kloppende hart wel 'n funksie. Die geluid dien as 'n maatstaf vir hoe vinnig of hoe stadig 'n hart klop indien 'n dokter met behulp van 'n stetoskoop die bloeddruk van 'n persoon moet meet. Indien die hart nie 'n geluid maak nie moet die dokter 'n ander manier vind om bloeddruk te meet. Die bepaling van 'n item se funksie is ook afhanklik van die *waarnemer*, die *komponente* wat sy in haar waarneming gebruik en die *interaksie* tussen die komponente wat sy in haar waarneming gebruik; dit wil sê die posisie van die waarnemer (Cilliers 2005: 4). In die een voorbeeld waar die geluid nie 'n funksie dien nie word die kloppende hart en die organe van die menslike liggaam in ag geneem. In die ander voorbeeld waar die geluid wel 'n funksie dien word die volgende komponente in ag geneem: die hart, die geluid, die dokter en die stetoskoop. In hierdie laaste voorbeeld is die hart in 'n ander konteks, en ander komponente word in ag geneem daarom kan die item 'n ander funksie vervul.

Ten einde die bogenoemde aan die hand van 'n meer eenvoudige voorbeeld te verduidelik, kan ons gebruik maak van die voorbeeld van leesbrille. In die geval van 'n ver siende persoon wat nie op beelde naby aan die oë kan fokus nie, is die funksie van 'n leesbril om die woorde op 'n bladsy in fokus te bring. Dit is oor die algemeen die funksie van 'n leesbril en ook waarom dit vervaardig word. Ek besluit op 'n sonnige dag om buite te gaan sit en leeswerk aan my tesis te doen en ek neem alles

wat ek nodig het en sit dit buite neer. Ek gebruik die leesbril om my tesis te lees (eerste organisasie) en op 'n stadium gaan ek die huis binne om 'n ander taak te verrig en ek haal my leesbril af en plaas dit op die hoop papiere (tweede organisasie). Intussen het die wind begin waai en ek gaan uit om my leeswerk te gaan haal. Toe ek my leesbril vanaf die hoop papiere optel, waai die papiere in die tuin weg. Alhoewel die funksie van 'n leesbril oor die algemeen beskou word as 'n stuk gereedschap om mee te fokus wanneer gelees word, kan dit ook 'n ander tipe funksie vervul sou die organisering anders wees en indien dit onder Rosen (1991) se twee voorvereistes gegroepeer kan word. In die tweede organisasie waar die leesbril op 'n stel papiere lê, het dit as 'n papiergewig gedien. Hier wil ek weer klem plaas op die belangrike invloed wat die omgewing/sisteem op die item ter sprake het. Wanneer ons met funksie te make het, kan die item nie sonder 'n konteks 'n funksie vervul nie. Funksie is ook nie slegs waarom 'n voorwerp vervaardig word of die bepaalde item se funksie in die algemeen beskou word nie, maar, soos ek reeds genoem het, is funksie konteksgebonde en nie absoluut nie.

Die oorlewingswaardebenadering neem nie die konteks in ag nie, maar word die funksie eerder bepaal deur sy geskiedenis of deur 'n toekomstige neiging om 'n tipe funksie te vervul wat op 'n lineêre manier bepaal word. Die relasionelebiologiebenadering beskou eerder die item in 'n konteks: wat doen hierdie komponent nou in hierdie omgewing? Indien ons die konteks van die item beskou waarin hy homself bevind kan foutwerking, waar twee verskillende items skynbaar dieselfde funksie vervul, en nuwe funksies verduidelik word, wat onder die oorlewingswaardebenaderingsteoretici 'n probleem geskep het. Sou ons wil vasstel of die item foutief is, kan ons die twee organisasies vergelyk en indien daar nie 'n verskil tussen die twee organisasies te bespeur is nie, dan vervul die item ter sprake geen funksie nie en is die item dood/foutief/stukkend (abnormale werking). Mangels is 'n goeie voorbeeld hiervan omdat dit geen funksie meer dien in die menslike liggaam nie en dit kan verwyder word sonder dat die biologiese sisteem (van die mens) organisatories verander. Indien ons wil bepaal of die item 'n nuwe funksie vervul kan ons dieselfde doen deur die ou- en nuwe organisasie te vergelyk en sou die gedrag verander het, het die item 'n nuwe funksie vervul. Indien die item ter sprake homself in 'n nuwe organisasie bevind, is daar 'n groot moontlikheid dat die

item 'n ander funksie in hierdie nuwe konteks gaan vervul. Ander funksies kan ook moontlik tot die item toegevoeg word, of dit kan 'n funksie verloor of slegs geen funksie meer vervul nie/foutief wees. Die voorbeeld van die leesbril wat in die vorige paragraaf geïllustreer is sluit by die hierdie verduideliking aan.

Die relasionelebiologiebenadering kan ook reken vir dubbele funksies: waar twee items skynbaar dieselfde funksie vervul. Nie net word die item ter sprake en sy interaksies met ander items in ag geneem nie, maar word hierdie item ter sprake en die sisteem se geskiedenis ook in ag geneem. 'n Diakroniese komponent, met ander woorde die geskiedenis van die komponent, kan nie geïgnoreer word in enige beskrywing van 'n sisteem nie (Cilliers 2005: 92). Vorige toestande vorm noodsaaklike invloede op die huidige gedrag van die sisteem (*ibid*). Met die gevolg dat wanneer ons met skynbare dubbele funksies te make het, kan funksies van mekaar onderskei word indien daar twee organisasies is met oënskynlik dieselfde funksie. Soos in die geval van die koning- en die onderkoningvlinder wat dieselfde kleurpatroon op hulle vlerke het wat in Hoofstuk 1 uitgebrei is. Hierdie twee vlinders se funksies in terme van hulle kleur kan vergelyk word deur middel van hulle geskiedenis. Hulle funksies sal anders wees weens die verskillende geskiedenis wat elkeen het en kan die kleur op die een vlinder beskou word as waarskuwing en die ander een as nabootsing. Indien die kleur van die twee onderskeie vlinders verander word, dit wil sê die konteks verander, sal die roofdier van die koningvlinder siek raak maar nie die roofdier van die onderkoningvlinder nie. Die onderkoningvlinder sal meer geëet word aangesien die nuwe kleur nie meer die koningvlinder naboots nie en die roofdier nie dink dit is die koningvlinder nie. Dit dui dus aan dat die twee vlinders se kleurpatroon twee verskillende funksies vervul. Die relasionelebiologiebenadering doen ook weg met die bepaling van funksies in normale omstandighede. Hierdie benadering fokus eerder op 'n bepaalde konteks.

Die relasionelebiologiebenadering verduidelik funksie, volgens my, beter as die oorlewingswaardebenadering. Volgens die relasionelebiologiebenadering kan funksie ook aangewend word om voorwerpe/nie-lewende sisteme se funksies te omskryf en te bepaal (soos die verduideliking van die leesbril). Dit verskaf 'n algemene verduideliking van wat funksie is en dit kan op enige komponent in enige

organisasie toegepas word. Waar die oorlewingswaardebenadering eerder veralgemenings maak in terme van funksie, en funksie slegs lineêr wil bepaal. Die oorlewingswaardebenadering beskou aksie as 'n kettingreaksie waar X vir Y beïnvloed en Y weer op sy beurt Z beïnvloed. Die uiteinde van hierdie lineêre oorsaaklikheid, hetsy dit direk of indirek plaasvind, moet wees dat die laaste aksie 'n bydra moet maak tot oorlewing om as 'n funksie beskou te kan word. Wanneer komplekse sisteme, soos lewende organismes, beskou word, is interaksie nie altyd lineêr nie, maar kan op verskeie maniere plaasvind. 'n Verdere oorsig is egter nodig om die komponent self, interaksies en tipe sisteme te verduidelik. In die volgende sub-onderskrif gaan daar 'n in diepte studie gedoen word oor die karaktereienskappe van komponente en hulle interaksies, wanneer die komponente deel vorm van 'n komplekse sisteem.

2.2. Komponente en hulle interaksies

Die item ter sprake wat oor 'n funksie beskik noem Rosen (1991) 'n *deeltjie van funksie* (120), dit wil sê die item kan as 'n komponent beskou word wat *deel* vorm van 'n sisteem. Dit kan ook in die lig beskou word dat die item se kapasiteit slegs gedeeltelik verantwoordelik is vir die uitvoer van 'n funksie. Die invloed/terugvoer wat die sisteem op die item ter sprake het is ook van kardinale belang. Die *nabye omgewing* en die *interaksie* tussen die item en sy omgewing kan nie uitgelaat word in 'n studie oor funksie nie. Hierdie relasies tussen die item en sy nabye omgewing kan op verskillende maniere plaasvind en op verskillende maniere aanmekaar gekoppel word. Die sisteem kan bestaan uit 'n groot aantal komponente, of dit het slegs 'n beperkte aantal komponente tot sy beskikking (Cilliers 2005: 3). Interaksies vind altyd in 'n konteks plaas en hierdie konteks kan bepaal hoe beperk die aantal komponente is. Sou die aantal komponente taamlik beperk wees, kan daar heel moontlik 'n formele beskrywing van die sisteem in algemene terme gegee word (*ibid*). Die verbrandingsenjin van 'n vliegtuig (*ibid*) is 'n voorbeeld van 'n geval waarin die aantal komponente en die interaksies van die komponente beperk is en kan ons 'n formele beskrywing daaraan toe dig. Andersins, wanneer die "aantal [komponente] toenemend vergroot, word 'n konvensionele beskrywing, soos byvoorbeeld 'n sisteem van differensiële vergelykings, onprakties en kan dit nie 'n voldoende *begrip*

van die sisteem gee nie¹⁸ (*ibid*). Om met 'n reënwood in sy geheel te werk is 'n onmoontlike taak aangesien die reënwood ryk aan interaksie is tussen organismes en baie ander elemente (byvoorbeeld klimaat) wat almal 'n groot rol in die verstaan van 'n reënwood speel. 'n Formele beskrywing van 'n reënwood is egter nie moontlik nie¹⁹. Die interaksies tussen komponente vorm saam 'n organisasie en dit is binne hierdie organisasie waarin die komponent sy funksie vervul.

Interaksies tussen komponente kan verskillende oorsaaklikhede hê. Morin (2008) onderskei tussen drie tipes oorsaaklikhede naamlik 1) lineêre oorsaaklikheid (“linear causality”), 2) terugvoerende oorsaaklikheid (“feedback loop causality”) en 3) rekursiewe oorsaaklikheid (“recursive causality”) (61). *Lineêre oorsaaklikheid* is hoe die oorlewingswaardebenadering oorsaaklikheid beskou en funksie bepaal: dat die oorsaak X, Y effekte produseer (*ibid*). Alhoewel ek nie saamstem met hierdie siening oor oorsaaklikheid as dit by lewende organismes kom nie, kan 'n meer eenvoudige voorbeeld hierdie soort oorsaaklikheid skets: indien ek 'n ketel aanskakel laat dit elektriese stroom vloei wat veroorsaak dat die element van die ketel verhit word en op sy beurt weer die water verhit. Die patroon van interaksie kan met 'n lyn op 'n grafiek voorgestel word; slegs uitvoer vind plaas en geen terugvoer uit die sisteem beïnvloed die komponent nie. Meadows (2010) sit dit as volg uiteen:

[l]inear relationship: A relationship between two elements in a system that has constant proportion between cause and effect and so can be drawn with a straight line on a graph. The effect is additive.

(187)

Terugvoerende oorsaaklikheid is wanneer dit nodig is om 'n komponent te reguleer (*ibid*). Indien die lewende organisme begin hardloop kan haar hart nie teen dieselfde tempo klop as wanneer sy gesit het nie. Die liggaam is meer aktief en benodig vinniger bloedsirkulasie, wat 'n uitwerking op die kloppende hart het. Die komponent

¹⁸ Aanhaling in oorspronklike taal: “when the number becomes sufficiently large, conventional means (e.g. a system of differential equations) not only become impractical, they also cease to assist in any *understanding* of the system.”

¹⁹ In Hoofstuk 4 gaan ek uitbrei oor die idee van raming (“framing”) en hoe die verstaan van komplekse sisteme aangepak word.

baseer sy aksie op eksterne benodighede en sy eie interne energie kapasiteit (*ibid*). 'n Komponent beïnvloed nie slegs 'n ander komponent of sisteem nie, maar word ook self beïnvloed deur ander komponente of die sisteem. Hierdie soort interaksie vorm lusse wat terugvoer ("feedback") veroorsaak (Cilliers 2005: 4). Die terugkoppelende invloed op mekaar word ook *wederkerigheid* ("recurrency") genoem (Cilliers 2005: 3). Wederkerigheid kan of positief (versterkend, stimulerend) of negatief (afbrekend, beperk) wees en beide is uiters noodsaaklik (*ibid*). Die belangrike rol wat wederkerigheid speel in terme van funksie is juis wat teoretici onder die oorlewingswaardebenadering versuim het om in ag te neem. Funksies kan verander deur middel van die wedersydse invloed tussen die item ter sprake en sy nabye omgewing. Wederkerigheid kan ook gelyktydig plaasvind—die element/sisteem beïnvloed en kan beïnvloed word gelyktydig—die sisteem het nie nodig om eers sin te maak van die insette voor dit uitsette lewer nie. Om wederkerig te wees—dit wil sê die item haal eienskappe uit die sisteem en besorg ook eienskappe terug aan die sisteem—moet die item oor genoegsame identiteit beskik.

'n Derde oorsaaklikheid wat Morin (2008) noem is *rekursiewe oorsaaklikheid*. Rekursiewe oorsaaklikheid is wanneer die effekte en die produkte noodsaaklik is vir die proses wat hulle skep; die produk is die produseerder van dit wat geproduseer word (61). Individue in hulle interaksie byvoorbeeld, produseer 'n samelewing, en hierdie samelewing produseer die individue (*ibid*). 'n Deel word nie net in die geheel vervat nie, maar die geheel is ook binne die deel (Morin 2006b: 16). Die samelewing bevat met ander woorde die individu en die gees van die individu bevat die kultuur van die samelewing (*ibid*). Hierdie beginsel noem Morin (2006b) die hologrammatiese beginsel ("hologrammatic principle") (*ibid*). Al drie hierdie oorsaaklikhede kan gevind word op alle vlakke van komplekse organisasies (Morin 2008: 61). Wanneer funksies beskou word, word die terugvoer- en rekursiewe oorsaaklikheid in ag geneem. Hierdie interaksies bring terugvoer van en na die item ter sprake mee, "soms direk en soms na 'n aantal tussenkomende fases"²⁰ (Cilliers 2005: 3). Dit wil sê interaksies vind ook nielineêr ("non-linear") plaas. Die nielineêre aspek van die interaksies tussen komponente het tot gevolg dat klein

²⁰Aanhaling in oorspronklike taal: "sometimes directly, sometimes after a number of intervening stages".

oorsake groot resultate kan lewer en ook andersom (*ibid*). Wat die impak (indien enige) van 'n aksie gaan wees kan nie vooraf voorspel word nie, maar slegs geantisipeer (*ibid*). 'n Aksie wat 'n komponent binne die sisteem uitvoer of selfs wat die sisteem in geheel uitvoer, tree 'n gegewe omgewing binne en verlaat die wense en die bedoeling wat geskep is (Morin 2006b: 21). Dit tree 'n stel van interaksies en menigvuldige terugvoerings en sal dit homself bevind gestroop van sy finaliteite en kan moontlik in die teenoorgestelde rigting gaan as wat bedoel was (*ibid*). Hierdie soort aksie wat plaasvind noem Morin *die beginsel van ekologie van aksie* ("the principle of ecology of action") (*ibid*). Hierdie soort aksie is onvoorspelbaar, onherroepbaar en die kluster van interaksies kan nie uitmekaar gehaal word en in afsondering bestudeer word nie (*ibid*). Lineêre interaksies kan egter opgedeel en in kleiner dele bestudeer word, terwyl nielineêre interaksies nie opgebreek kan word nie (Kemp 2009: 85) en moet *alle* interaksies in ag geneem word om 'n deeglike verstaan van die sisteem te kry wat onmoontlik is. Somtyds is die interaksies tussen komponente redelik ryk en dinamies en kan ons nie alle interaksies in ag neem in ons studie nie. Die neurologiesennetwerk van 'n organisme is een so 'n soort voorbeeld waar interaksies nielineêr plaasvind, asook sisteme waar lewende organismes komponente is soos 'n reënwood of 'n Universiteit. Indien die interaksies ryk en dinamies is, kan ons slegs 'n model skep van die sisteem wat net sekere interaksies in ag neem. Die model is slegs 'n model en stel nie die sisteem voor nie; en word gebaseer op die doel en posisie van die waarnemer (Cilliers 2005: 4). Die interaksies wat die waarnemer in ag neem is 'n etiese kwessie; die interaksie wat die waarnemer in ag neem is dit wat die waarnemer dink belangrik en onbelangrik is en word ook bepaal deur die doel wat die waarnemer in gedagte het.

Dit is noodsaaklik om 'n paar eienskappe op te noem van die verskillende interaksies en verhoudinge wat moontlik kan plaasvind. Sommige van die interaksies tussen komponente mag sterker wees as ander wat 'n groter invloed op mekaar kan hê terwyl ander interaksies swakker is en die invloed nie so groot is nie. Vriende byvoorbeeld het 'n sterker invloed op mekaar as byvoorbeeld werkskollegas. Somtyds kan die verbande verander, dit wil sê die interaksies verander in tyd (Cilliers 2005: 3), en daarom kan die verhouding tussen elemente later verander. Indien interaksies verander, verander die tipe organisering ook. Waar sterker bande

voorheen plaasgevind het, kan swakker bande nou vorm en andersom. Die individuele verhouding tussen haar werkskollegas en haar vriende kan verander en kan die werkskollegas op 'n tydens sterker bande vorm as haar vriende. Die aard en die wisselende relasies gee aanleiding tot *asimmetrie* ("asymmetry"). In sosiale sisteme word asimmetriese verhoudings vertaal as magverhoudings. Verhoudings in komplekse sisteme is asimmetries van aard en een komponent, of selfs sisteem, kan oor meer mag beskik as 'n ander komponent of sisteem (120). Sou die verhouding tussen 'n betrokke onderwyser en 'n leerder gelyk wees, sal die onderwyser niks hê om vir die leerder te leer nie (*ibid*). Wanneer daar egter 'n ongelyksoortigheid in verhoudings voorkom, verleen dit ruimte aan nuutskeppings. Die komponente self, of selfs 'n groep elemente, dra nie enige spesifieke gewig nie, maar eerder die manier waarop hierdie komponente aan mekaar verband hou en geaktiveer word (33). Indien ons twee persone as voorbeeld neem, dra nie een van hulle enige spesifieke gewig nie. Sou ons hulle in 'n koffiewinkel plaas dra beide van hulle dieselfde gewig aangesien beide kliënte is. Indien ons die twee persone in 'n klaskamer situasie sit waar die een die dosent en die ander die student is dan dra die een meer gewig as die ander. In die organisering van die klaskamer dra die dosent meer gewig omdat sy 'n beter begrip op die inhoud van die werk het, anders as die student wat die werk nog moet leer. Die gewig tussen die twee persone is anders in hierdie twee situasies (koffiewinkel en klaskamer) weens die relasies in elke situasie/konteks.

As gevolg van die nielineêre relasies tussen komponente is die interaksies van komplekse sisteme onherroepbaar of onomkeerbaar ("irreversible") in tyd (Morin 2006b: 21). Die begrip van tyd speel 'n baie belangrike rol in komplekse sisteme en bevind die item/sisteem homself altyd in 'n konteks wat gebonde is aan tyd. Lineêre interaksies kan ons in beginsel meet hoeveel invloed 'n item op 'n ander het: die hoeveelheid elektrisiteit wat deur 'n geleier gaan kan gemeet word deur 'n voltameter en wat die impak daarvan gaan wees op 'n gloeilamp. Nelineêre interaksies kan ons nie meet vooraf hoeveel impak (indien enige) sekere items op 'n ander item uitoefen gaan word nie, aangesien die impak van 'n hele aantal items kan kom en ook gelyktydig kan plaasvind. Slegs die effek kan waargeneem word. Komponente/sisteme bou ook 'n geskiedenis op van hierdie invloede wat plaasgevind het en speel 'n merkwaardige rol. Daarom is die inhoud en geskiedenis

van die komponent/sisteem ook van belang wanneer daar na interaksies verwys word. Die omvang van die oorsaak is nie alleenlik gekoppel aan die grote of sterkte van die oorsaak nie, maar ook deur die inhoud en geskiedenis van die sisteem (Cilliers 2000: 25). Iets wat dalk onbeduidend vir iemand is, soos byvoorbeeld 'n grap, is dalk vir iemand anders veelbetekend (26). Dieselfde soort interaksie kan plaasvind maar weens die geskiedenis van die komponent of sisteem mag die effek verskil (2005: 120). Hierdie eienskap dra by tot die nielineariteit van die interaksies.

Interaksies tussen komponente het gewoonlik 'n klein omvang en word inligting primêr van sy naaste bure ontvang (3). Sou ons die heuningplaas wat in Hoofstuk 1 geskets is as voorbeeld gebruik, is die primêre komponente wat 'n wedersydse invloed op mekaar uitoefen die heuningbye, die byeboer en die korwe. Sou die byeboer die heuningbye ontnem van hulle korwe, sal dit 'n groot effek op die heuningbye hê, en sal hulle voortaan 'n ander manier soek om hulle nes self te skep aangesien die byeboer voorheen die korwe aan hulle verskaf het. Dit beteken nie noodwendig dat lang afstand interaksies onmoontlik is nie maar dat

... practical constraints usually force this consideration. This does not preclude wide-ranging influence - since the interaction is rich, the route from one element to any other can usually be covered in a few steps.

(*ibid*)

Die rede hiervoor is dat hoe groter die omvang van die interaksies raak hoe groter is die kanse dat die invloed gemoduleer kan word: dit kan of verbeter, of onderdruk word of dit kan verander op verskeie maniere (*ibid*). Daarom reageer elemente meestal op inligting wat plaaslik beskikbaar is aangesien elke element in die sisteem "onwetend van die gedrag van die sisteem as geheel is, dit sal alleenlik reageer op inligting wat plaaslik beskikbaar is"²¹ (*ibid*). Byvoorbeeld, 'n gemeenskap waar misdaad en geweld al hoe meer styg sal reageer tot hierdie veranderinge deur sekuriteit op te knap en die gemeenskapslede bewus te maak van wat aangaan en hoe om te reageer. Hierdie gemeenskap reageer op dit wat plaaslik en wetend

²¹Aanhaling in oorspronklike taal: "ignorant of the behaviour of the system as a whole, it responds only to information that is available to it locally"

(geweld) plaasvind. As gevolg van die opknapping van sekuriteit en bewustheid in 'n spesifieke gemeenskap veroorsaak dit dat dié iewers anders gaan waar sekuriteit nog nie opgeknop is nie wat heel moontlik 'n ander gemeenskap is. Die opknapping van een gemeenskap se sekuriteit wat 'n reaksie was van wat plaaslik gebeur, het 'n impak op 'n ander gemeenskap onwetend. Daarom word daar in hierdie tesis na *nabye omgewing* verwys.

Indien die interaksies die eienskappe van nielineariteit, asimmetrie en 'n geskiedenis opbou, kan hierdie sisteem as 'n komplekse sisteem beskou word. Die interaksies van 'n komplekse sisteem is met ander woorde redelik ryk en dinamies (Cilliers 2005: 3) en kan die impak van 'n aksie nie voorspel word nie. Die aantal sandkorrels op die strand interesseer ons nie as 'n komplekse sisteem nie, maar moet die komponente interaktief wees (*ibid*) en mekaar beïnvloed as daar na funksie verwys word. Lewende organismes of selfs die selle waaruit 'n lewende organisme bestaan kan as 'n komplekse sisteem beskou word. Dit is belangrik om in ag te neem dat wanneer daar na komplekse sisteme verwys word, dit spesifiek na Morin (2006b) se idee van *algemene kompleksiteit* dui. Hy tref 'n onderskeid tussen twee tipes kompleksiteit naamlik algemene kompleksiteit ("general complexity") en beperkte kompleksiteit ("restricted complexity"). Hierdie onderskeid word gemaak deur hoe komplekse sisteme benader word. *Beperkte kompleksiteit* erken die kompleksiteit van die sisteem ter sprake maar probeer om dit ongekompliseerd te maak (6). 'n Beperkte kompleksiteitsbenadering beskou die sisteem as kompleks omdat dit empiries vertoon in 'n menigvuldige of onderlinge verbindende prosesse, wat interafhanklik en retroaktiewelik geassosieer word (*ibid*). Die kompleksiteit van die sisteem word nie bevraagteken nie en word die probleem van kompleksiteit vermy wat epistemologies, kognitief en paradigmatis is (*ibid*). Die navorser soek dus die onderliggende en basiese beginsels van die komplekse sisteem²² waarmee sy werk en reduceer die

²² Daar is 'n verskil tussen *komplekse*- en *gekompliseerde* sisteme. Gekompliseerde sisteme is slegs epistemologies kompleks en kan as ongekompliseerd verklaar word indien die spesifieke individu meer kennis van die sisteem opdoen. 'n Goeie voorbeeld van 'n gekompliseerde sisteem is 'n verbrandingsenjin van 'n vliegtuig (Cilliers 2005: 3): die interaksies wat intern tot die enjin plaasvind is gekompliseerd, maar tog kan dit met die verloop van tyd uiteengesit en verstaan word. Die enjin kan ook uitmekaar gehaal word en weer teruggesit word sonder dat die funksie van die enjin verlore gaan. So 'n sisteem is slegs gekompliseerd tot tyd en wyl die individu meer kennis oor die sisteem opbou. Komplekse sisteme is oop sisteme waar interaksies,

sisteem in meer verstaanbare dele. Tog kan komplekse sisteme se komponente nie uitmekaar gehaal en weer teruggesit word nie, maar bevind so 'n sisteem homself altyd in 'n konteks wat gebonde is aan tyd wat nie herroepbaar is nie (Morin 2006b: 2). *Algemene kompleksiteit* behels epistemologiese herbesinning en hou verband met die organiserings van kennis (*ibid*). Hierdie benadering tot komplekse sisteme probeer om die verhoudings tussen die geheel en die parte/komponente te begryp (*ibid*). Die kennis wat opgedoen word oor die komponente is nie genoeg nie en so ook nie net die geheel nie, maar is eerder 'n verstaan van die verhoudings van geheel-dele se wedsydse implikasies (*ibid*). Algemene kompleksiteit neem die kompleksiteit van die sisteem ernstig op. Die waarnemer sal in haar studie 'n beskeie uitkyk aanneem deur dit wat weggelaat is nie as geraas beskou nie. Komplekse sisteme is dus ontologies kompleks. Die onderliggende beginsels kan ook nie in so 'n sisteem gevind word nie want die oorsprong in 'n sisteem wat ryk, dinamies en nielineêr in interaksie is kan nie gevind word nie. Die navorser het slegs 'n reeds bestaande komplekse sisteem sonder onderliggende en basiese beginsels om mee te werk.

Behalwe dat interaksies nielineêr, negatief of positief kan wees, kan hulle beperk wees in die aantal interaksies as gevolg van die tipe sisteem waaraan die komponente behoort. Geïsoleerde- en geslote sisteme is redelik beperk in hulle interaksies, terwyl komponente van oop sisteme redelik onbeperk is. Die onderskeid tussen tipes sisteme is van belang wanneer daar na funksies gekyk word. Alhoewel 'n sisteem, net soos 'n item, ook 'n funksie kan vervul binne 'n groter sisteem, vervul sekere sisteme nie 'n funksie nie. Omdat hierdie tesis as vertrekpunt gebruik gaan word om 'n beter verstaan oor funksie en sisteme waar breër-orde komplekse sisteme die komponente/items ter sprake is, is dit belangrik om reeds die onderskeid te maak oor sisteme wat oor 'n funksie beskik of nie. Die termodinamiese onderskeid word meeste gebruik om te onderskei tussen geïsoleerde-, geslote- en oop sisteme. Die vraag sal wees of die termodinamiese onderskeid ook op sosiale sisteme

intern en ekstern tot die sisteem, ryk, dinamies en nielineêr is. Parte van 'n komplekse sisteem kan nie in afsondering bestudeer word en weer aanmekaar gelas word nie, maar moet die geheel-dele interaksies en ook die interaksie met sy omgewing in ag geneem word. Komplekse sisteme is ontologies kompleks en 'n goeie voorbeeld van 'n komplekse sisteem is lewende organismes.

byvoorbeeld van toepassing gemaak kan word. Daarom gaan ek in die volgende sub-opskrif 'n beter onderskeid tref tussen geïsoleerde-, geslote- en oop sisteme.

2.3. Geïsoleerde-, geslote- en oop sisteme

Daar is 'n verskil tussen wat ons die *sisteem* noem en wat ons die *organisasie* noem. 'n Organisasie is die samestellende karakter van al die interaksies as vorming, vervaardiging, beskerming, regulering, beheer en/of regenerering van die sisteem (Morin 1992: 376). Die organisering van die menslike liggaam byvoorbeeld is van so 'n aard dat dit die sisteem/menslike liggaam in staat stel om homself te kan vervaardig, beskerm, reguleer, beheer en regeneer. 'n Organisasie gee met ander woorde die idee van die sisteem sy konseptuele ruggraat (*ibid*). Die sisteem op sy beurt druk die komplekse eenheid en fenomeen van die geheel uit sowel as die komplekse relasies tussen die dele en die geheel (*ibid*). Die organisasie is die onderliggende en interne wederkering tussen komponente terwyl die sisteem die geheel voorstel. Morin (2006a) beweer verder dat

... the notion of organisation becomes capital, since it is through organisation of the parts in the whole that emergent qualities appear and inhibited qualities disappear.

(8)

Die eienskappe van die geheel is groter as die somtotaal van die eienskappe van die dele (Morin 1992: 374), byvoorbeeld dele van 'n sel het nie die eienskap van 'lewe' nie, maar wat wel 'n eienskap van die geheel is (die sel insigself). Die eienskappe van die geheel is ook kleiner as die somtotaal van die eienskappe van die dele omdat sommige van die eienskappe van die dele ingeperk of onderdruk word onder die invloed van die begrensing van die organisering (*ibid*). 'n Toepaslike voorbeeld hiervan is funksies, deurdat van die eienskappe van 'n bepaalde komponent slegs sekere funksies kan vervul binne daardie organisasies, maar sou die komponent in 'n ander organisasie geplaas word kan dit ander funksies vervul. In die voorbeeld van die leesbril wat ek voorheen geskets het, het die leesbril oor twee funksies beskik, naamlik om my te help om op woorde te fokus naby aan my en as 'n papiergewig. My leesbril het nie die eienskap van 'n papiergewig as dit in die

organisering is waar dit as tegnologie gebruik word om mee te fokus nie (op my neus), maar kan daardie eienskappe besit sou die organisering daarvan verander (as dit op 'n hoop papiere gesit word). Die organisering beperk die funksie van die leesbril en nie beide funksies kan gesamentlik in een organisasies plaasvind, in hierdie geval, nie. Die leesbril kan nie gelyktydig op my neus en op die hoop papiere geplaas word nie. Die geheel is ook groter as die geheel omdat die geheel as 'n geheel die dele beïnvloed, en die dele ook die geheel beïnvloed (*ibid*). Dit wil sê dat die geheel meer as 'n globale eenheid is; dit is 'n *dinamiese* organisasie (*ibid*). Uit daardie spesifieke organisasie emergeer²³ (“emerge”) sekere eienskappe of aan die dele of aan die geheel en wanneer daardie spesifieke organisasie verander kan dit beteken dat die dele en geheel sekere eienskappe kan verloor en/of bekom.

'n Sisteem is 'n onderlinge stel van verbintenisse tussen komponente wat samehangend georganiseer is op so 'n manier dat dit sy eie patroon van gedrag genereer oor 'n tydperk en sodoende iets uitvoer (Meadows 2010: 11). Dit bestaan uit drie dele naamlik 1) komponente, 2) interaksies en 3) 'n funksie(s) en/of 'n doel(e) (*ibid*). Die komponente is die dele waaruit die sisteem bestaan en die interaksies tussen die komponente is op 'n samehangende manier georganiseer om 'n sisteem te vorm. Hierdie sisteem kan ook in wederkering met sy omgewing wees. 'n Hart kan beskou word as 'n komponent van die menslike liggaam as sisteem. Die hart vorm interrelasies met al die ander komponente van die menslike liggaam soos die longe, metabolisme en die neurologiesennetwerk en is op so 'n manier georganiseer dat dit sekere opbrengste lewer soos byvoorbeeld bloedsirkulasie. Dit wat dus buite die sisteem lê word beskou as die omgewing (Rosen 1991: 42). Nie-komplekse sisteme is van so 'n aard dat interaksies grootliks beperk word en geen verdere interaksie vind plaas buite die sisteem nie: die interaksies vind slegs intern tot die sisteem plaas en die sisteem self vorm nie interaksies met sy nabye omgewing nie. Terwyl ander sisteme oop en wederkerig is met hulle nabye omgewing. Ons kan die termodinamiese onderskeid gebruik om hierdie verskillende sisteme te karakteriseer.

²³ Tans is daar nie 'n voldoende vertaling vir “emerge” en “emergent” nie, en druk dit nie die volle filosofiese betekenis uit oor hierdie fenomeen nie. Daarom het ek dit goedgevind om eerder die woorde *emergeer* en *emergente* onderskeidelik te gebruik in hierdie tesis.

Die termodinamiese onderskeid verduidelik geïsoleerde-, geslote- en oop sisteme in terme van energie en materie wat die sisteem wissel met sy nabye omgewing. Indien die sisteem geen energie of materie wissel met sy nabye omgewing nie sal so 'n sisteem beskou word as *geïsoleerd* (Nicolis *et al* 1977: 22). 'n Koffiefles²⁴ is een so 'n soort voorbeeld: geen materie of energie word vrygelaat uit die fles nie. Dit beteken nie dat interaksies intern tot die sisteem in sy geheel nie kompleks van aard is nie, maar eerder dat dit geen interaksie tussen die sisteem en sy naby omgewing plaasvind nie. Die heelal²⁵ is nog 'n voorbeeld van 'n geïsoleerde sisteem en waar interaksies intern tot die sisteem kompleks van aard is. Die heelal mag dalk 'n vae beskrywing wees of onmoontlik om te begryp maar indien daar aan 'n omgewing gedink kan word waarmee die heelal in wederkering kan wees, is die heelal nie ten volle in ag geneem nie. Die item ter sprake, wat in dié geval die heelal is, moet oor genoeg identiteit en ruimte beskik en hierdie eienskappe kan net verkry word vanuit die item se omgewing, wat die heelal nie het nie. Die eindtoestand van 'n geïsoleerde sisteem is dat dit na 'n toestand van ewililibrium beweeg. In so 'n toestand gebeur daar niks nie en die sisteem is dood, dit wil sê die sisteem in sy geheel vervul geen funksie nie. Die heelal insigself as 'n geheel is nie kompleks nie aangesien hy nie 'n oop sisteem is nie, maar die sub-sisteme intern tot die heelal vorm komplekse interaksies en verhoudinge. Sodra al die interaksies en hulpbronne—energie en materie—versadig raak intern tot die sisteem sal die sisteem 'n toestand van ewililibrium bereik. Sommige sisteme bereik 'n toestand van ewililibrium vinniger as ander: 'n koffiefles sal 'n toestand van ewililibrium baie vinniger bereik as die heelal.

Geslote sisteme is waar interaksies met die nabye omgewing plaasvind maar slegs energie word gewissel (Nicolis *et al* 1977: 22). 'n Silinder wat met water gevul word en wat dig toegemaak is met 'n prop kan as voorbeeld dien²⁶: indien 'n vlam onder die silinder gehou word verhit die water binne die silinder en molekules beweeg vinniger. Die vlam wat ekstern tot die sisteem van watermolekules is, het 'n invloed op die watermolekules in die silinder en sal hulle vinniger beweeg, vibreer en begin roteer. Die sisteem word gekarakteriseer as geslote omdat dit net energie met sy

²⁴ Voorbeeld en verduideliking gekry tydens 'n gesprek met prof J-H.S. Hofmeyr op 21 Augustus 2014.

²⁵ Voorbeeld en verduideliking gekry tydens 'n gesprek met prof J-H.S. Hofmeyr op 21 Augustus 2014.

²⁶ Voorbeeld en verduideliking gekry tydens 'n gesprek met prof J-H.S. Hofmeyr op 21 Augustus 2014.

nabye omgewing wissel. Geen materie word gewissel tussen die silinder en sy nabye omgewing nie. Daarom is hierdie soort sisteem slegs geslote en nie geïsoleerd soos in die vorige voorbeeld van die koffiefles nie. Die eindtoestand van 'n geslote sisteem is dat dit ook na 'n toestand van ewilibrum beweeg (Rosen 1991: 114). In so 'n toestand, dieselfde as in geïsoleerde sisteme, gebeur daar niks nie en die sisteem is dood, dit wil sê dit vervul geen funksie nie. 'n Geslote sisteem beweeg na 'n toestand van ewilibrum indien daar geen verandering in die wisseling van energie is nie. Alhoewel die sisteem energie wissel met sy nabye omgewing, is die interaksie tussen die sisteem en sy nabye omgewing nie ryk en dinamies nie en sal dit 'n toestand van ewilibrum bereik sodra die hulpbronne en interaksies versadig raak.

Sisteme wat beide materie en energie wissel met hulle nabye omgewing word as *oop sisteme* beskou. Goeie voorbeelde hiervan is selle en lewende organismes. Thompson (2007) beskryf die sel as volg:

[a] cell is a thermodynamically open system, continually exchanging matter and energy with its environment. Some molecules are imported through the membrane and participate in processes inside the cell, where as other molecules are excreted as waste.

(98)

Dieselfde gebeur met breër-orde komplekse sisteme: 'n mens neem kos in, wat beskou word as materie, en skei ook fekalië af. Suurstof word ook ingeasem deur die mens en asem koolstofdioksied uit. Dieselfde geld vir energie: die mens neem hitte vanuit sy omgewing in en laat ook hitte vry. 'n Oop sisteem beweeg in 'n bestendigetoestand en wat Rosen (1991) noem 'n *organiseerde toestand* ("organised state")(114). Wanneer die interaksies en hulpbronne van 'n geslote sisteem versadig raak en dit 'n toestand van ewilibrum bereik kan hierdie toestand as standaard gebruik word vir organiseerde toestande onder oop sisteme (*ibid*). Rosen (1991) sit dit as volg uiteen:

... every non-equilibrium state, every deviation from total homogeneity, is an *organised state*, and the extent of its organisation can be measured on the one hand by its distance from equilibrium... For if the closed system

autonomously tends to a disorganised state of equilibrium, then "the closed system" can be thought of as setting a standard for organisation... We can therefore say that *a system is organized if it autonomously tends to an organized state.*

(*ibid*)

'n Sisteem wat in 'n toestand van ewilbrium beweeg, wat dus geslote of geïsoleerd is, kan as 'n maatstaf en standaard beskou word vir oop/georganiseerde sisteme en sy toestand. Hoe verder 'n bestendige toestand van ewilbrium is hoe meer georganiseerd kan die toestand beskou word. Hoe verder 'n organiseerde sisteem van 'n geslote sisteem is hoe meer georganiseerd is die sisteem. 'n Sisteem word beskryf deur *toestande* wat bepaal word deur waarneming, terwyl die omgewing gekarakteriseer word deur sy effek op die sisteem (42). In 'n bestendige toestand bly die strukture dieselfde maar die samestellende dele verander soos byvoorbeeld organismes: die molekules en die selle is konstant besig om hulleself te vernuwe, terwyl die geheel, met ander woorde die organisme insigself, skynbaar stabiel en stilstaande voorkom (Morin 2008: 11). Hierdie geheel op sy beurt is terselfdertyd 'n komponent binne 'n groter sisteem. Die geheel ter sprake vorm relasies met sy nabye omgewing—dit wil sê dit wissel materie en energie—en word beskou as 'n oop sisteem. Die vraag ontstaan: hoe onderskei ons komponente binne 'n sisteem, hetsy dit 'n geïsoleerde-, geslote of oop sisteem is, waar wederkering gereeld plaasvind soos in die geval van die heelal en 'n lewende organisme?

Om te kan beweer dat energie en/of materie gewissel word met die omgewing moet die komponent oor 'n tipe grens beskik wat hom kan onderskei van sy omgewing. Soos Rosen (1991) aanvoer moet die komponent oor genoegsame identiteit en ruimte beskik om as 'n komponent beskou te kan word. As die komponent egter 'n sel of 'n lewende organisme is dan het dit ook die karaktereienskap dat die grens homself en sy interne komponente fabriseer. Hierdie soort sisteme staan bekend as *outopoiëtiese sisteme* (Thompson 2007: 98).

2.4. Self-fabriserende sisteme

Een van die grootste verskille tussen lewende organismes en nie-lewende sisteme is dat lewende organismes op so 'n wyse georganiseer is dat die dele en hulle interaksie met ander dele toegerus is om die sisteem te kan fabriseer (Meadows 2010: 12). Indien 'n komponent in 'n verbrandingsenjin (nie-lewendig) wanfunksioneer, val die hele sisteem in duie en het dit 'n mense-agent, wat ekstern tot die sisteem is, nodig om die verbrandingsenjin te herstel (Morin 2008: 17). Die sisteem insigself kan ditself nie herstel nie. Indien 'n komponent binne 'n lewende organisme egter wanfunksioneer kan die sisteem homself herstel of leer om daar sonder voort te bestaan in sekere gevalle (*ibid*). Die sisteem sal dan 'n ander tipe organisasie vorm. Lewende organismes is dus self-fabriserende sisteme omdat die sisteem homself kan fabriseer sonder 'n eksterne agent. Dit is slegs self-fabrisering ("self-fabricating") wat aan 'n materiële sisteem die eienskap van lewe kan gee (Rosen 1991: 245).

Mossio *et al* (2009) gebruik die term self-behoue ("self-maintaining") in plaas van self-fabrisering. In hierdie tesis gaan ek die konsep *self-fabrisering* gebruik om die idee sterk uit te druk dat die sisteem homself nie naboots of herhaal nie, maar dat veranderinge ook kan plaasvind. Alhoewel dit voorkom asof die sisteem homself presies kan naboots, is dit egter nie die geval nie. Die sisteem het die nodige elemente om homself te kan fabriseer *itereerbaar*. Hierdie term, *iterasie* ("iteration"), word deur Derrida uitgebrei (1988) en dit beklemtoon dat verskynsels soos komplekse sisteme, hulself kan herhaal, alhoewel dit nooit op dieselfde wyse geskied nie. Die term verweef twee ander terme/idees naamlik *herhaalbaarheid* ("repetition") en *verandering* ("alterity") in een (7). Herhaalbaarheid en verandering vorm saam die term *iterasie*, en dit is van belang wanneer self-fabriserende sisteme ter sprake is. Die sisteem moet homself weer kan fabriseer (herhaalbaar), maar om oorlewing te verseker moet dit ook aanpasbaar (veranderlik) tot die terugvoer van sy omgewing wees. Die omgekeerde is ook die geval: die sisteem kan verander ten einde antisiperende doelwitte suksesvol te bereik (veranderlik), maar terselfdertyd kan dit ook nie groot spronge ten bate van verandering neem nie, aangesien die sisteem dan onherkenbaar sal wees. 'n Ander manier om dit te verduidelik is om aan

te voer dat die sisteem oor *stabiliteitsholtes* (“pockets of stability”) (Stofberg 1988: 224) beskik. Cilliers (2005) beweer dat

...[w]ithin these pockets a more rigorous analysis of relationships is possible, as long as it is understood that the stability is not permanent or complete, that meaning remains a result of the *process* of interaction between signifiers.

(43)

Die biologiese sisteem van 'n lewende organisme, soos byvoorbeeld die mens, is voortdurend besig om haarself te fabriseer: ou selle gaan dood en nuwe selle word deur die liggaam gefabriseer. Alhoewel dit slegs op 'n mikroskopiese vlak waarneembaar is, verander die liggaam konstant (herbou haarself). Tog kan haar vriende haar steeds die volgende dag en selfs oor 'n dekade herken. Daarom word die term self-fabrisering gebruik eerder as self-behoue²⁷.

Lewende organismes, selle en eiers is goeie voorbeelde van self-fabriserende sisteme. Die hoogs interessante aspek van self-fabriserende sisteme is dat die komponente waaruit die sisteem bestaan 'n korter lewensduur het as die sisteem insigself (Morin 2008: 17). Varela *et al* (1974) beskryf so 'n sisteem as *outopoiëties* (“autopoietic”) (188). 'n Outopoiëtiese sisteem word gedefinieer as 'n eenheid wat uit 'n netwerk van opbrengste bestaan (*ibid*). Die dele binne hierdie eenheid is aktief in hierdie netwerk van opbrengste wat hierdie dele vervaardig (*ibid*), dit wil sê alle dele is betrokke by die self-fabrisering van sisteem in sy geheel en ook sy parte. Die dele veroorsaak dat die netwerk van opbrengste as 'n eenheid in die ruimte waarin die dele bestaan funksioneer (*ibid*). Die funksies wat die metabolisme byvoorbeeld vervul is nie sporadies nie, maar word beïnvloed deur die liggaam as sisteem deur dit wat benodig word om die groter sisteem te kan fabriseer. Thompson (2007) gebruik die voorbeeld van 'n sel:

... a cell produces its own components, which in turn produce it, in an ongoing circular process... They are organized in such a way that their constituents

²⁷ Die rede vir die gebruik van self-fabrisering, eerder as self-behoue soos wat baie biologie-filosowe van gebruik maak, is deur prof J-H.S. Hofmeyr uiteengesit tydens my gesprek met hom op 19 April 2013 en uitgebrei deur myself met behulp van die werke van Derrida (1988) en Cilliers (2005).

processes produce the components necessary for the continuance of those same processes.

(98)

Die opbrengste is nie slegs aksies wat uitgevoer word nie, maar eerder funksies. Dit wil sê die aksie wat elke komponent in die outopoiëtiese sisteem uitvoer word bepaal deur die kapasiteit van daardie komponent asook die terugvoer van die sisteem op die komponent. Hierdie soort interaksie verwys na Morin (2008) se rekursiewe oorsaaklikheid soos vroeër genoem. Die effekte (funksies) en die produkte (komponente) is beide noodsaaklik vir die proses wat hulle skep (61). Soos ek reeds aangevoer het, is 'n outopoiëtiese sisteem 'n oop sisteem waar energie en materie gewissel word tussen die sisteem en sy nabye omgewing. Om outopoiëtiese organisasie te behou moet die sisteem oor 'n grens beskik wat hom onderskei van sy nabye omgewing. Die komponente wat die grens uitmaak word ook gefabriseer en deel ook in die outopoiëtiese organisasie (Thompson 2007: 99). Voorbeelde van grense is 'n mens se vel, 'n membraan van 'n sel, en 'n eierdop. Alhoewel 'n membraan die grens voorstel tussen die binnekant van die sel en sy buite omgewing moet dit steeds die wisseling van materie en energie kan toelaat oor die grens (98). Die grens speel dus 'n baie belangrike rol in die outopoiëtiese organisasie en sonder die membraan as begrensing sal die chemiese netwerk uitvloei en verdwyn in sy omgewing (99). Omdat die komponente van grense van 'n outopoiëtiese sisteem ook vervang word, word so 'n grens eerder 'n *semipermanente* grens/membraan/vel/eierdop genoem (101). 'n Outopoiëtiese sisteem is konstant besig om sy komponente te vervang wat vernietig word, insluitend die grens (membraan), en herskep konstant die verskil tussen die sisteem en alles anders (99). Tog, volgens 'n termodinamiese onderskeid, laat dit materie en energie wissel tussen die sisteem en sy omgewing.

Om op te som skryf Thompson (2007) drie voorwaardes toe aan outopoiëtiese sisteme. Hierdie drie voorwaardes is dat 1) die sisteem oor 'n semipermanente grens moet beskik, 2) dat dit oor 'n reaksie netwerk moet beskik en 3) dat die semipermanente grens en die reaksie netwerk interafhanklik van mekaar moet wees (103). Die *semipermanente grens* moet van molekulêre komponente opgemaak

word en dit moet 'n duidelike onderskeid tref tussen die sisteem en sy omgewing (*ibid*). Die komponente van die grens moet ook sy vernietigende komponente vervang en moet die grens toelaat dat materie en energie wissel tussen die sisteem en sy omgewing. Die komponente binne die grens moet ook soos die grens vernietigende komponente kan vervang; dit wil sê dat die komponente gefabriseer word deur 'n *netwerk van reaksies* wat binne die grens plaasvind (*ibid*). Die netwerk van reaksies word beskou as: al die funksies wat elke komponent vervul intern tot die sisteem wat self-fabrisering moontlik maak. Indien die sisteem oor 'n semipermanente grens en oor 'n reaksie netwerk beskik en die twee is *interafhanklik* van mekaar, dan word die sisteem as 'n outopoiëtiese sisteem beskou (*ibid*). Die komponente van die semipermanente grens moet deur die reaksie netwerk gefabriseer word en die interne reaksie netwerk moet ook self-fabriserend wees as gevolg van die grens wat dit oor beskik (*ibid*). Die grens is afhanklik van die reaksie netwerk vir fabrisering en die interne reaksie netwerk kan nie self-fabriserend wees indien dit nie oor 'n semipermanente grens beskik nie.

Wat beskou word as 'n grens is in sommige gevalle nie so maklik waarneembaar nie. Mossio *et al* (2009) gebruik die voorbeeld van 'n vlam:

In a candle flame the microscopic reactions of combustion generate a macroscopic pattern (the flame itself) that contributes to maintaining the conditions for its own existence. Specifically, the flame makes a crucial contribution to maintaining the microscopic chemical reactions by keeping temperature above the combustion threshold, vapourizing wax, and inducing convection (which pulls in oxygen and removes combustion products). In turn, the chemical reactions keep generating the combustion and thus the flame itself.

(823-824)

Die kersvlam voldoen aan die tweede vereiste dit wil sê dit beskik oor 'n reaksie netwerk; dit wil sê dit genereer 'n vlam wat outopoiëties is. Tog is die grens van die vlam nie duidelik sigbaar soos in die geval van 'n membraan of die menslike vel nie. Selfs Thompson (2007) het genoem dat die idee van 'n grens problematies is, alhoewel hy die voorwaardes van outopoiëtiese sisteme stel:

... taking “boundary” to mean only a unicellular semipermeable membrane or even a multicellular epidermal layer seems too restrictive (plants and insects do not have a skin). Rather, the crucial matter is that the system produce and regulate its own internal topology and functional boundary, not the particular physical structure that realizes this boundary...

(107)

Om eerder nie die begrip *grens* te gebruik nie, het Mossio *et al* (2009) self-fabriserende sisteme gekarakteriseer as organisatories geslote (“organisational closure”) sisteme en organisatories onderskeibare (“organisational differentiation”) sisteme en waar sulke sisteme dissipatiewe strukture (“dissipative structures”) genoem word (822). *Dissipatiewe strukture*, volgens Nicolis en Prigogine (1977), is strukture wat ver-van-ekwilibrium (“far-from-equilibrium”) toestande handhaaf, alleenlik deur ’n genoegsame vloeï van energie en materie (4). Hulle gebruik die voorbeeld van ’n dorp wat slegs kan oorleef indien dit die middelpunt is van die invloei van kos, brandstof en ander kommoditeite en wat ook produkte en oortolligheid versend (*ibid*). Hierdie soort strukture is in teenstelling met ewilibrium strukture (soos geïsoleerde- en geslote sisteme) en is ’n bron van orde (*ibid*). Die afstand van ewilibrium is nie slegs die bron van orde nie maar ook die nielineêre verhoudinge wat die sisteem tot ’n georde samestelling laat lei (60). In hierdie sin besorg Nicolis en Prigogine (1977) die eienskappe vroeër bespreek oor komplekse- en oop sisteme terug in die verduideliking dat dit nielineêr is en ’n bestendige toestand handhaaf.

Die beskrywing van sisteme as organisatories geslote- en organisatories onderskeibare sisteme, soos byvoorbeeld ’n lewende organisme, beskou self-fabriserende sisteme as sisteme wat *struktureel* geslote is en onderskeibaar is van ander strukture. “Die stabiliteitspunt (of stel punte) waaruit die sisteem kan bestaan²⁸” (Mossio *et al* 2009: 824) is die einddoel in ’n strukturele geslote sisteem. Indien daar komponente teenwoordig is wat tot die self-fabrisering van die sisteem lei, is die spesifieke sisteem organisatories geslote. Dit is belangrik om in ag te neem dat die afwesigheid van sommige komponente wat ’n bydrae lewer (funksie het) tot

²⁸Aanhaling in oorspronklike taal: “The stability points (or set of point) through which the system can exist”.

die self-fabrisering van die sisteem kan die sisteem steeds voortbestaan, maar die *spesifieke organisering* of struktuur van die sisteem gaan nie meer dieselfde wees nie (829). Mossio *et al* (2009) gebruik die hart as komponent en die oog as komponent as voorbeelde (830). Sonder die funksie wat die hart vervul in die organisering van die organisme (sisteem) sal die lewende organisme nie meer voortbestaan sou daar nie 'n plaasvervanger daarvoor wees nie; die hart is onontbeerlik in die voortbestaan van die lewende organisme. Terwyl die oog ook 'n funksie in die struktuur vervul (die lewende organisme), en sou die oog (of oë) ophou funksioneer, sal die organisme steeds oorleef; die oog (of oë) dra by tot die self-fabrisering van die sisteem (het 'n funksie), maar is nie onontbeerlik soos in die geval van die hart nie. Die sisteem vorm 'n ander tipe organisering, in plaas daarvan dat die hele sisteem in duie stort; 'n lewende organisme sal meer afhanklik van ander sintuiglike funksies word, soos haar gehoor, jeens 'n lewende organisme wat steeds oor haar sig beskik. Tog het dissipatiewe strukture niks met die *onafhanklikheid* van die omgewing of eksterne omstandighede te make nie (824 (in voetnota)). Mossio *et al* beweer verder dat 'n

...system can be said to be [self-fabricating] *with respect to* a given environment and context, in which it can exert a constraint on some boundary conditions. In this sense, [self-fabricating] is a context-dependent determination.

(*ibid*)

Dit beteken egter nie dat die sisteem onafhanklik van haar omgewing kan funksioneer nie. Die bloedsomloopstelsel vind vergestaltung binne die lewende organisme en dit verleen sy konteks aan hom en binne hierdie konteks (die liggaam) is die bloedsomloop toegerus om 'n funksie te vervul, en ook om by te dra tot die self-fabrisering van die sisteem (die liggaam). Die tweede kenmerk, naamlik dat die sisteem organisatories onderskeibaar is, is ook van kardinale belang.

Mossio *et al* (2009) beskryf organisatories onderskeibare sisteme as dit "verskillende en plaaslike patrone of strukture aanneem, waar elk hulle eie bydrae lewer in die

toestand van die bestaan van die hele organisasie²⁹ (826). Die metabolisme van 'n lewende organisme dien as 'n voorbeeld hiervan deurdat dit 'n ander tipe funksie binne die sisteem van 'n lewende organisme vervul (anders as die hart byvoorbeeld) en dit bestaan uit sy eie plaaslike struktuur en dra by tot die self-fabrisering van die hele sisteem (die lewende organisme). Organisatoriese onderskeid kan in die lig van Rosen (1991) beskou word, aangesien hy beweer dat die item ter sprake oor genoegsame identiteit moet beskik, ten einde as 'n item met 'n funksie in 'n groter sisteem erken te word (121). Die plaaslike struktuur beskik oor sy eie identiteit en word so van ander strukture onderskei. Funksie kan ook as 'n bepaler gebruik word om strukture van mekaar te onderskei, aangesien 'n item ter sprake/struktuur oor genoegsame identiteit moet beskik om as 'n funksie beskou te word (*ibid*). Identiteit en funksie word dus gekoppel aanmekaar en word gebruik om items/strukture van mekaar te onderskei. Alhoewel daar 'n onderskeid getref kan word, is 'n dissipatiewe struktuur nie onafhanklik van sy omgewing nie; dit wissel steeds materie en energie met sy omgewing. Alhoewel 'n kat onderskei kan word van 'n ander kat of 'n hond, is 'n kat steeds 'n oop sisteem en kan hy nie sonder suurstof en water leef wat hy in sy nabye omgewing verkry nie. Die kat is sleg *organisatories* geslote.

Om self-fabriserende sisteme as dissipatiewe strukture te beskryf gee 'n breër verduideliking daarvan as wat beskryf word onder die vereistes wat outopoiëtiese sisteme, spesifiek uiteengesit deur Thompson (2007), op self-fabriserende sisteme toeskryf. Outopoiëtiese sisteme raak problematies wanneer daar na 'n grens verwys word wat nie altyd waarneembaar is of as verskillende grense verskil in sekere opsigte nie (uit wat dit gemaak is). Die nosie van 'n grens is sentraal tot die idee van outopoiësis en word deur Valera (2000), Luisi (2003), Bourguine *et al* (2004) en Thompson (2007) uitgebrei wanneer daar na outopoiëtiese sisteme verwys word. As die verduideliking van funksie ook op sosiale sisteme van toepassing gemaak word op grond van die idees van Rosen (1991) word die bepaling en beskrywing van 'n grens nog meer problematies en vaag. Die eienskappe van 'n grens kort egter meer uitbreiding. Die dissipatiewe struktuur-beskrywing van self-fabriserende sisteme kan

²⁹ Aanhaling in oorspronklike taal: "if it produces different and localizable patterns or structures, each making a specific contribution to the conditions of the existence of the whole organization".

dien as 'n aanvulling om weg te doen met die begrip van 'n 'grens'. Dit is ook deur die beskrywing van dissipatiewe strukture waar die belangrike rol van funksie meer aandag verleen. Deur 'n kluster van komponente te beskryf as 'n sisteem waar elke komponent/sub-sisteem 'n sekere funksie vervul en op so 'n manier komponente/sub-sisteme van mekaar kan onderskei is juis keerpunt van funksionele verduidelikings. Die komponente werk dus saam om die sisteem in sy geheel te fabriseer. Indien ons dit vergelyk met 'n sisteem wat nie werkzaam is nie sal lewe nie emergeer nie. Die funksie van 'n lewende organisme is dus om homself te fabriseer, in die biologiese sin daarvan.

Ek beskou die dissipatiewe struktuur beskrywing as 'n aanvulling vir die beskrywing van self-fabriserende sisteme maar stem egter nie saam met Mossio *et al* (2009) dat die funksie wat 'n item ter sprake vervul 'n bydrae *moet* lewer tot die sisteem om te kan voortbestaan nie. Hulle beweer dat:

... organizational closure grounds normativity. Because of the organizational closure, the activity of the system has an intrinsic relevance for the system itself, to the extent that its very existence *depends on* the effects of its own activity. Such intrinsic relevance, we hold, generates a naturalized criterion to determine what the system is 'supposed' to do. In fact, the whole system (and its constitutive processes) 'must' behave in a specific way, *otherwise* it would cease to exist. Accordingly, the activity of the system becomes its own norm or, more precisely, the conditions of the existence of its constitutive processes and organization are the norms of its own activity.

(825)

Hierdie stelling keer terug na 'n normatiewe funksionele verduideliking soos wat die oorlewingswaardebenadering funksies beskryf. Mossio *et al* (2009) gebruik juis die idees van die oorlewingswaardebenadering en pas dit toe op die nuwe siening oor self-fabriserende sisteme; hulle probeer dus die twee sieninge met mekaar versoen. In hierdie sin word daar weer klem geplaas op die individuele poging om 'n bydrae te maak tot die sisteem eerder as die wedersydse invloed tussen die komponent en sy nabye omgewing soos vroeër geargumenteer. Eerder om funksie te beskou as 'n bydrae tot die sisteem, waar slegs die item se eie kapasiteit in ag geneem word, is funksie eerder die aksie wat 'n impak uitoefen op die sisteem wat bepaal word deur

die wedersydse interaksie tussen komponent en sy nabye omgewing in 'n konteks. Om 'n normatiewe toenadering tot funksie te bied onderdruk die potensiaal van 'n item om moontlik 'n ander funksie te vervul sou die organisasie van die sisteem verander.

GEVOLGTREKKING

Die relasionelebiologiebenadering het die probleme en teenstrydighede onder die oorlewingswaardebenadering oorkom juis deur 'n in diepte beskrywing en ondersoek van die konsepte 'organisme', 'funksie', 'oorsaaklikheid' en 'lewe'. 'n *Organisme* bestaan uit verskeie komponente en hierdie komponente is in wisselwerking met ander komponente en ook die sisteem (organisme) as geheel. Hierdie interaksie vind nielineêr plaas eerder as lineêr. Dit het tot gevolg dat die bewering dat 'n aksie *moet* bydra tot oorlewing om as 'n funksie beskou te kan word nie so eenvoudig is nie, en beperk dit funksionele beskouings. Die invloed van die aksie as funksie kan of verbeter, of onderdruk word of gewysig word wat dit onmoontlik maak om aan te voer dat 'n aksie wel bydra op die ou einde tot oorlewing. Om 'n reguit oorsaaklikheidslyn te trek vanaf die item ter sprake se aksie tot by oorlewing is nie 'n uitgemaakte saak nie: interaksies kan verander. Dit beteken dat 'n organisme 'n komplekse sisteem is waar interaksie ryk en dinamies is. Die organisme self is ook in wisselwerking met sy nabye omgewing. Hy wissel materie en energie met sy nabye omgewing wat beteken 'n organisme is ook 'n oop sisteem. Dit is dus onmoontlik om 'n volledige studie aan te pak oor 'n lewende organisme omdat interaksies van volop is en nie voorspel kan word nie. Om te bepaal of 'n aksie wel bydra tot oorlewing is 'n onmoontlike taak aangesien komplekse sisteme interaksies behels wat nielineêr kan plaasvind en daarom ook nie aanvoer dat dit móét bydra nie omdat dit kan verander. Die enigste manier hoe ons die funksie van 'n item kan bepaal is om die impak van die item se aksie binne 'n organisasie te bestudeer en dit te vergelyk met 'n ander organisasie soortgelyk maar waar die item se aksie gewysig word of die item ter sprake verwyder word. Dit is slegs deur 'n vergelykende studie waar ons 'n funksie van die item ter sprake kan bepaal en kan ons nie stap vir stap (lineêr) interaksies volg binne oop en komplekse sisteme nie. Slegs die effek kan bestudeer word.

Volgens die relasionelebiologiebenadering word *funksie* eerder beskou as 'n aksie wat wederkerig bepaal word deur die item se kapasiteit en sy nabye omgewing. Deur of die item ter sprake te verwyder of sy aksie te wysig kan ons die impak wat die aksie as funksie op die sisteem uitoefen bepaal. Die organisasie waarin die item homself eerste bevind en die organisasie waarin die item of verwyder of die aksie gewysig is, word met mekaar vergelyk. Die verskil in gedrag tussen die twee organisasies word as die item se funksie beskou. 'n Item kan nie in afsondering bestudeer word wanneer dit kom by die bepaling van funksie nie; funksie word eerder beskou waar die item in relasie tot sy nabye omgewing is. Die item bevind homself altyd in 'n konteks en dit is binne hierdie konteks waarin die item 'n funksie moontlik kan vervul. Dit het tot gevolg dat 'n item 'n funksie in een konteks kan vervul en 'n ander funksie in 'n ander konteks, of selfs geen funksie nie. 'n Studie oor funksie is dus konteksgebonde en kan ons nie 'n veralgemening maak oor die item en sy funksie nie. Tog verander die biologiese sisteem van 'n mens selde en kan ons gereeld aanvoer dat die hart se funksie is om bloed te sirkuleer. Die menslike liggaam groei nie na 10 jaar vlerke nie, of die hart vervul nie ewe skielik die funksie van die longe nie. Die funksies binne 'n menslike liggaam is redelik vas en nuutskepping vind selde plaas. Die aantal interaksies is redelik beperk—teenoor die aantal interaksies van 'n breër-orde komplekse sisteem byvoorbeeld—en is die kans vir nuutskepping skraal. Die kapasiteit van komponente van 'n biologiese sisteem is redelik beperk: 'n hart kan net klop en 'n geluid maak en sou hierdie kapasiteit verander vind dit oor baie jare plaas. Wanneer biologiese sisteme ter sprake is verwys verandering na mutasie, wat baie stadig plaasvind. Die tipe organisering bepaal dan wat die komponent se funksie is, indien enige. Alhoewel ons somtyds veralgemenings maak, moet daar in ag geneem word dat die item homself in 'n konteks vind wat kan verskil van ander kontekste waar die item dalk 'n ander funksie kan vervul. Die hart vind homself gereeld in die konteks van die menslike liggaam plaas, maar sy aksie word gekonstitueer deur daardie spesifieke persoon se liggaam deur of vinniger of stadiger as ander menslike liggame te klop. Die relasionelebiologiebenadering is eerder geïnteresseerd in die item hier en wat hy nou doen, eerder as 'n geskiedkundige of 'n neiging tot 'n sekere funksie wat veralgemenings maak. Die oorlewingswaardebenadering het versuim om 'n in diepte

beskrywing van funksie te gee; voorstaanders van hierdie benadering beweer eerder wat funksie *behoort* te wees en hoe dit bepaal *behoort* te word.

Die organisering van komponente en hulle onderskeie funksies kan op verskillende maniere plaasvind. Die interaksies wat plaasvind kan met tyd begin selforganiseer. Die funksies wat plaasvind binne hierdie selforganisering kan later samehangend plaasvind en 'n sisteem vorm met sy eie funksie en doel (Meadows 2010: 11). Die sisteem is dan op so 'n manier georganiseer dat die organisering toegerus is om homself te kan fabriseer. Dit het tot die gevolg dat die komponente 'n korter lewensduur het as die sisteem self in sommige gevalle. Indien 'n komponent binne so 'n sisteem wanfunksioneer kan die sisteem homself herstel, of leer om sonder hierdie komponent klaar te kom of 'n nuwe komponent fabriseer in meeste gevalle. Die sisteem is outopoiëties en *lewe* emergeer. *Lewe* is die emergerende eienskap van 'n komplekse samehangende aantal funksies waar komponente binne so 'n sisteem vervul om die sisteem te fabriseer. *Lewe* kan nie emergeer deur die funksie van net een komponent nie. Een komponent, soos die hart, kan dalk onontbeerlik in die organisering wees maar *lewe* is nie afhanklik van die hart alleenlik nie. Of soos Morin (2008) aanvoer dat *lewe* nie materie is nie maar eerder 'n fenomeen van buitengewone komplekse self-eko-organisering wat outonomie produseer (6). Die self-organiserende sisteem sonder homself af van sy omgewing en onderskei homself deur middel van sy outonomie en individualiteit, en verbind homself weer tot sy omgewing deur sy oopheid en die wisselwerking van als wat gepaard gaan met vooruitgang van kompleksiteit (19). Die omgewing is eweskielik intern tot die sisteem en speel 'n kōorganiserende rol (*ibid*). Die sisteem is outonoom maar nooit sonder die invloed van die omgewing nie.

Soos in die bespreking voorheen oor interaksies, verander interaksies ook in tyd en kan die verhouding tussen elemente en die geheel later verander wat 'n nuwe geheel vorm. Een enkele komponent is nie in staat om *lewe* te laat emergeer nie. Dit moet in samewerking wees met 'n hele aantal komponente en hulle onderskeie funksies om dit te kan doen. Alhoewel dit in samewerking is, is dit nie die versameling van willekeurige funksies nie, maar word die funksie wat elke komponent vervul ook gekonstitueer deur die sisteem self. 'n Komponent dra dus nie net by tot die

fabrisering van die sisteem nie, maar dra die sisteem ook by tot die bepaling van daardie aksie as funksie. Die onus van 'n funksie val nie alleenlik op die individuele poging van die komponent nie, maar ook op terugvoer van sy nabye omgewing. Die relasionelebiologiebenadering het die klem geplaas op die belangrike rol wat die item ter sprake se nabye omgewing speel in die bepaling van die item se funksie en die ruimte wat dit vir die item skep om 'n funksie te kan vervul. 'n Deeglike studie oor funksie kan nie slegs die item se aksie en die lineêre oorsaaklikheid in ag neem nie, maar ook die terugvoer wat die omgewing op die aksie het. Hierdie interaksies vind dus wederkerig of rekursief plaas. In hierdie sin breek ons weg van die normatiewe idee dat die aksie wat 'n item uitoefen *moet* bydra tot lewe om as 'n funksie beskou te kan word. Deur die in diepte uitbreiding oor die idee van 'n organisme en ook oor funksies kan daar 'n antwoord gegee word op die vraag 'wat is lewe?'. Die eienskap van lewe is gekoppel aan 'n samehangende wederkering tussen komponente van 'n sisteem en wat die sisteem toerus om homself te kan fabriseer. Elke komponent vervul 'n funksie in die sisteem wat die tipe organisering behoue laat bly. 'n Rekursiewe oorsaaklikheid vind plaas waar die komponente en hulle interaksie die lewende organisme fabriseer en hierdie lewende organisme die komponente fabriseer. Funksie kan gebruik word om sekere sisteme van mekaar te onderskei en ook verduidelik hoe sekere sisteme aanmekaar gekoppel word. Rosen (1991) se sienswyse aangaande funksie sal as vertrekpunt gebruik word in die res van hierdie tesis en veral die voorvereistes wat stipuleer dat die item ter sprake oor genoegsame identiteit en ruimte moet beskik ten einde eienskappe uit die groter sisteem te verwerf. Ek het nie slegs gekyk na 'n komponent en sy aksie as funksie nie, maar ook na sisteme en hoe aksies as funksies intern tot die sisteem samehangend die sisteem in sy geheel onderhou (selfonderhou). As gevolg hiervan kan eienskappe tot die geheel emergeer wat die geheel 'n dinamiese organisasie maak, en nie net 'n globale eenheid nie (Morin 1992: 374).

Die positiewe aspek om funksie vanuit die relasionelebiologiebenadering te beskou is dat funksie nie meer as eendimensioneel besigtig word nie. Nuwe funksies kan emergeer weens die wedersydse interaksie tussen die item ter sprake en die sisteem waarin dit behoort. Hierdie nuwe funksies kan tot voordeel of tot nadeel wees; en bepalend op die aard van die funksie kan dit verander word indien nodig

(deur die interaksie of konteks te verander). Die emergerende eienskap van funksie beklemtoon dat toekomstige funksies nie altyd voorspel kan word nie. Dit bring die teenstrydige karakter van funksie uit: die opwindende karakter van funksie om nuwe funksies in die wetenskap te ontdek, tog ook die kommerwekkende karakter van funksie omdat dit nie voorspel kan word nie. Funksie, uit die perspektief van die relasionelebiologiebenadering, is meer uitgebreid—tog beperk in die bepaalde konteks waarin die item ter sprake ditself bevind—en word funksie nie slegs beskou in terme van oorlewing en wat 'n item se funksie behoort te wees nie.

Die implikasie hiervan is dat daar nie aanspraak gemaak kan word in terme van wat die funksie van 'n item behoort te wees nie. Indien 'n chemiese ingenieur 'n bom bou met die bedoeling dat die bom die funksie moet dien om ou vervalte geboue op te blaas om plek te maak vir beter geboue of parke, kan sy nie meer aanspraak maak op slegs hierdie funksie nie. Die funksie van 'n bom is bepalend op die konteks waarin die bom ditself bevind en nie wat die funksie van die bom behoort te wees nie. Hierdie nuwe beskouing van funksie het groot implikasies vir die wetenskapsfilosowe. In Hoofstuk 4 van hierdie tesis bring ek die konsep van *antisipasie* na vore wat vir ons hoop gee om hierdie probleem moontlik te kan oorbrug. Alhoewel ons nie vooraf kan aanspraak op 'n item se funksie nie, kan ons antisipeer wat die moontlike toekomstige funksies van 'n item kan wees in verskillende kontekste. Indien die chemiese ingenieur kan antisipeer dat die bom vir negatiewe doeleindes kan gebruik word, soos byvoorbeeld om mense op te blaas tydens oorloë, kan die chemiese ingenieur die maak van die bom herbesin. Sy kan of besluit om nie die bom te bou nie, of om die bom op so 'n manier te bou dat dit alleenlik in die konteks van afgevalle geboue 'n funksie vervul (om dit byvoorbeeld te bou dat dit net sekere materiaal verwoes).

Alhoewel funksie volgens die relasionelebiologiebenadering konteksgebonde is, moet dit nie as relatief beskou word nie. Die onus is om ons aksies en die aksies van nie-lewende sisteme en voorwerpe wat ons gebruik te herbesin, en die moontlike wedersydse invloed (dit wil sê die toekomstige funksie) wat dit mag hê te antisipeer en moontlik verhoed indien dit oneties van aard mag wees. Dit beteken nie dat alle aksies is veroorloof nie, maar dat daar *beter* toekomstige funksies geantisipeer kan

word om so dus *beter* aksies te verrig in die hede om hierdie beter toekomstige funksies te realiseer. Die relasionelebiologiebenadering ontbloot die etiese aard van funksies.

Die relasionelebiologiebenadering fokus slegs op die biologiese sisteem, en soverre ek dit verduidelik het kan dit geld dit ook vir nie-lewende sisteme en voorwerpe. Om 'n studie oor funksie te doen moet alle vorme van komponente en sisteme in ag geneem word, soos sisteme wat biologiese sisteme (soos die mens) in sy geheel as komponente bevat (soos 'n sosiale sisteem). Alhoewel ek 'n paar voorbeelde van voorwerpe binne 'n bepaalde konteks gebruik het om funksie te verduidelik, soos dié van die leesbril, is mense, plante en diere, dit wil sê *breër-orde komplekse sisteme*, as komponente van 'n groter sisteem uitgelaat. Dit wil sê 'n deeglike studie moet nog gemaak word waar breër-orde komplekse sisteme as komponente van 'n sisteem is, soos gesinne, sosiale sisteme en ekosisteme.

In die volgende hoofstuk gaan ek 'n formele beskrywing gee van funksie wat geformuleer word deur Aristoteles met spesifieke verwysing na sy *vier oorsaaklikheidsverduidelikings*. 'n Nadere kyk na die item insigself gaan onder die mikroskoop geplaas word—uit watter materie bestaan die item? wat is sy vorm? wat/wie het dit gevorm? en wat is sy finale oorsaak? Die antwoorde op hierdie vier vrae gee vir ons 'n goeie verduideliking in terme van die item ter sprake en elke antwoord behels die antwoord op die ander. Die antwoord op een van hierdie vrae behels ook die beantwoording van die ander drie: die vier oorsaaklikhede is dus interafhanklik en behels mekaar. Rosen (1991) het verder funksie verduidelik deur Aristoteles se idee oor die *vier oorsaaklikheidsverduidelikings* te karteer. Hierdie kartering van die vier oorsaaklikheidsverduidelikings word ook gebruik om funksie te verduidelik in verskillende sisteme soos byvoorbeeld outopoiëtiese- en geslote sisteme. In die volgende hoofstuk gaan Aristoteles se idee oor die *vier oorsaaklikheidsverduidelikings* bespreek word en ook Rosen se kartering daarvan. Hierdie formele beskrywing gee 'n beter beskrywing van self-fabriserende sisteme en kan dit ook vir ander vorme van sisteme gebruik word, soos byvoorbeeld die sisteem van antisipasie wat 'n psigiese voorstelling is. Behalwe dat dit 'n formele beskrywing gee van funksie gaan die vier oorsaaklikheidsverduidelikings en die kartering

daarvan verder gebruik word om die konsepte, funksie en doel, van mekaar te onderskei.

HOOFSTUK 3 :

Die vier oorsaaklikheidsverduidelikings van Aristoteles

INLEIDING

Die mees insiggewende en omvangryke leesstof omtrent funksie en doel wat beskikbaar en steeds relevant is vandag onder streng filosowe, is dié van Aristoteles. Sy idees oor *doel* word in *Physics I* en *II* (1970) gevind, en die logika daaragter in *Posterior Analytics* (1966). Tot op hede is filosowe se standpunte rondom Aristoteles se opvatting van doel gesentreer in die sin dat sy idee afgewys of aangegryp word. Aristoteles het nie alleenlik op sy idee oor doel uitgebrei nie, maar het dit ook in ander werke aangewend, soos byvoorbeeld in sy vervatting rondom etiek in sy vernaamste boek *Nicomachean Ethics* (2000). Aristoteles voer aan dat alles wat in die natuur teenwoordig is, 'n rede vir hul bestaan het, dit wil sê 'n *doel* het. Die natuur beskik oor 'n doel en om op enige teorie voort te bou, moet die doel van daardie item ter sprake in ag geneem word. Hierdie hoofstuk ondersoek Aristoteles se idee rakende die betekenis van *doel* en gaan ek dit verweef met hedendaagse idees en terme, veral dié van Rosen (1991) wat in Hoofstuk 2 van hierdie tesis uitgebrei is. Alhoewel Aristoteles uitbrei oor die idee van doel, gaan ek ook uitbrei oor hoe dit gekoppel word en verskil van die idee van funksie. Aristoteles se verduideliking in terme van die item ter sprake se materie, die vorm wat dit aanneem en ook wat die beweging of rus veroorsaak kan as 'n beginpunt gebruik word om hierdie twee terme aan mekaar te koppel. Hierdie vier tipes verduidelikings gaan ook meer helderheid op die onderwerp van self-fabriserende- en oop sisteme verleen. Dit wys ook die verskillende vlakke van analise en waarop daar in elk van die vlakke verduidelikings verkry moet word.

Aristoteles (1970) verduidelik die *doel* van die item ter sprake—hetsy dit 'n tasbare voorwerp, 'n lewende organisme of 'n gebeurtenis is—as die finale oorsaak van die item/gebeurtenis³⁰. Hierdie finale oorsaak vorm deel van nog drie ander

³⁰ Van hieraf word voorwerpe, lewende organismes, gebeurtenisse, prosesse ensovoorts as die 'item/item ter sprake' genoem tensy spesifiek anders aangedui word.

oorsaaklikhede en waar al vier oorsaaklikheidsverduidelikings mekaar behels en afhanklik van mekaar is om 'n goeie verduideliking te kan gee van die item ter sprake. Hy noem hierdie vier oorsaaklikheidsverduidelikings onderskeidelik die materiële-, formele-, effisiënte- en finale oorsaak. Die vier oorsaaklikhede sal eerstens verduidelik word deur klem te plaas op hul onderlinge verweefdheid en interafhanklikheid. In die tweede afdeling van hierdie hoofstuk gaan daar na Rosen (1991) se verdere uitbreiding op die vier oorsaaklikheidsverduidelikings gefokus word. Aristoteles (1970) verduidelik die vier oorsaaklikhede onderskeidelik en karteer Rosen (1991) die behelsingstrukture tussen die oorsaaklikhede wat 'n groot bydrae is ten opsigte van die modellering van relasies. Deur hierdie soort modellering van relasies kan ons onderskei tussen outopoëtiese-, oop-, geslote- en komplekse sisteme wat 'n beter verduideliking bied oor die verskillende soorte sisteme, as wat in Hoofstuk 2 verduidelik is.

Rosen (1991) voer aan dat die effisiënte- en formele oorsaak tesame op die materiële oorsaak inwerk wat 'n finale oorsaak tot gevolg hê (139). Hierdie soort oorsaak-en-gevolg kan ons 'n stel noem. Wanneer sisteme ter sprake is, kan daar meer as een stel betrokke wees. Dit wil sê dat een van die oorsake in 'n stel terselfdertyd 'n ander oorsaak in 'n ander stel is. Die finale oorsaak kan byvoorbeeld terselfdertyd 'n effisiënte oorsaak van 'n ander stel wees. So kan verskillende stelle gekarteer word en met behulp van hierdie kartering kan ons lineariteit, nie-lineariteit, geslote-, oop- en komplekse sisteme verduidelik. Wanneer die finale oorsaak binne 'n konteks bepaal word, dit wil sê verwyder of die aksie daarvan word gewysig, dan is die finale oorsaak 'n funksie (Rosen 1991: 134). Ek gaan aanvoer dat finale oorsaak binne 'n bepaalde konteks verwys na die funksie van die item ter sprake. Doel is slegs 'n model, dit wil sê 'n formele sisteem, wat geskep word. Alhoewel doel 'n funksie vervul binne 'n konteks is dit nie funksie/finale oorsaak insigself nie. Rosen (1991) se kartering oor die vier oorsaaklikheidsverduidelikings het nie slegs nuwe onthulling gebring in terme van die modellering van relasies nie, maar gebruik ek dit verder om te kan onderskei tussen die terme finale oorsaak, funksie, doel en *telos*. Hoe doel en *telos* van mekaar verskil gaan veral in Hoofstuk 4 uitgebrei word, maar in beide gevalle is dit 'n antisiperende model wat die toekoms in ag neem. Die verskil in die twee terme is dat *telos* spesifiek fokus op 'n meta-antisiperende model: daar

kan nie meer 'n hoekom-vraag gevra word op die vier oorsaaklikheidsverduidelikings nie en hierdie meta-antisiperende model word nie as 'n middel tot 'n verdere doel gebruik nie, maar is 'n doel insigself.

3.1. Die vier oorsake

Shields (2007) voer aan dat die mens 'n nuuskierige en ondersoekende dier van aard is; dat die mens graag die wêreld wil ontdek en dit wat rondom haar is probeer verklaar. Shields (2007) verduidelik die proses van onthulling waar ons

... begin in puzzlement and move from wonder to world-view. Philosophers and scientists alike identify patterns they take to be significant, notice anomalies and puzzles in those patterns, and then redouble their efforts to provide ever deeper and more penetrating explanations. At each stage of development, inferior explanations give way to superior explanations.

(39-40)

Ten einde ons dors vir wysgierigheid ten opsigte van verduidelikings te les, beweer Aristoteles dat so 'n verduideliking *goed* moet wees eerder as sleg.

Die idee van 'n goeie verduideliking, of die *allerhoogste goed* (57) soos MacIntyre (1998) dit beskryf, word verbind met die Griekse woord *eudamonia*. Alhoewel *eudamonia* as 'geluk' in Afrikaans vertaal, het dit grotendeels met "behaving well... and faring well" te make (*ibid*). Die woord 'voorspoed' word dan ook gekoppel aan hierdie begrip (*ibid*). Geluk, soos Aristoteles dit beskryf is nie geluk wat binne 'n sekere situasie ervaar word nie, maar dien eerder as 'n predikaat wat 'n vol lewe beskryf (61). Die mens streef na die verwesenliking van *eudamonia* as 'n doel en volgens MacIntyre moet hierdie doel oor die volgende twee eienskappe beskik wat in Aristoteles se idee van geluk voorkom. Die eerste eienskap hou voor dat 'n keuse van iets op haar eie onthalwe moet berus en nooit as 'n middel vir die bereiking van 'n doel moet dien nie (59), dit wil sê dit moet 'n doel insigself wees. Volgens die tweede eienskap is geluk 'n selfonderhoudende goeie wat beteken dat geluk nie as iets tydelik beskou moet word nie, asook nie slegs as 'n komponent in sekere gevalle dien nie (*ibid*). Ons kan dus geen verdere antwoord bied op die vraag 'hoekom?' wanneer ons na hierdie soort geluk verwys nie (*ibid*). Dit is met ander woorde

... not the ability to formulate principles intellectually, or to deduce what ought to be done. It is the ability to act so that principle will take a concrete form.

(71)

Ten einde hulp aan ons te verleen om hierdie goeie te bereik moet daar 'n middeweg tussen twee ekstreme deugde in 'n spesifieke situasie gevind word. Aristoteles (1970) glo dat die beoefening daarvan, gelukkige mense van ons sal maak. MacIntyre (1998) ag *omsigtigheid* ("prudentia" (Latyn)) as die hoogste deug wat as 'n hoeksteen vir alle ander deugde dien. Indien 'n persoon omsigtigheid in 'n sekere situasie toepas, beskik sy oor praktiese insig of die vermoë om algemene beginsels in 'n spesifieke situasie van toepassing te maak en sluit dit ook slimheid in (*ibid*). Sy vra dus haarself af "ten einde en die beste ding om te doen is..." (*ibid*). Die beoefening van deugde is nie 'n einde insigself nie³¹, maar eerder 'n ingesteldheid tot die verwesenliking van menslike uitmuntendheid (77). Dit wil sê die beoefening van deugde dien as riglyne om van ons gelukkige en voorspoedige mense te maak. Mense beweeg in verskillende sferes; alhoewel ons volgens Aristoteles daarna moet streef om 'n goeie lewe te lei, moet ons ook deugsaam wees in bepaalde sferes soos in ons werksomstandighede, tuis, in 'n sosiale verband, as 'n navorser ensovoorts. Sou ons 'n verduideliking van 'n item ter sprake gee, moet ons nie net 'n goeie verduideliking bied nie, maar ook daarna streef om 'n goeie navorser te word deur om ten alle tye 'n goeie verduideliking van die studie te verskaf. Die aksie, of die beoefening van deugde, vorm die karakter van mens wees. Terwyl ons goeie verduidelikings kan bied vir voorwerpe, byvoorbeeld ons kan die funksie van 'n leesbril in 'n sekere konteks bepaal, is die karaktervorming van die mens nog in *wording*. Tyd speel 'n noemenswaardige rol en dit is hierdie rol wat funksie en doel van mekaar skei. Om hierdie onderskeid tussen voorwerpe/nie-lewende sisteme en lewende organismes helder te maak kan ons van Aristoteles se vier oorsaaklikheidsverduidelikings gebruik maak.

Dit is 'n goeie navorser (een soort sfeer) se plig om in haar soeke na verduidelikings toepaslike verbintenisse met die stand van sake in die wêreld te vind. Hierdie

³¹ Hy voer aan dat die enigste deug wat as 'n einde insigself beskou kan word is *geregtigheid*.

toepaslike verbintenis moet oorsaaklik wees en Aristoteles argumenteer dat daar vier primêre tipes/oorsake is. Aristoteles het nie geglo het dat 'n mens in terme van die item ter sprake 'n goeie verduideliking van slegs 'n enkele oorsaak kan bied nie (Shields 2007: 42). Aristoteles (1970) beweer dat

... [t]hey are four, and the student of nature should know about them all, and it will be his method, when stating on account of what, to get back to them all: the matter, the form, the thing which effects the change, and what the thing is for.

(38)

Hierdie vier oorsaaklikheidsverduidelikings is aanmekaar verbind en beskik oor die kapasiteit om die toedrag van sake te kan verduidelik. Ek illustreer dit in die volgende voorbeeld:

Gestel byvoorbeeld, jy stap in 'n woud en gewaar 'n vreemde voorwerp en besluit weens nuuskierigheid, om 'n nadere ondersoek in te stel³². Soos wat jy nader aan die item ter sprake stap sien jy dat dit uit brons gemaak is. Aristoteles sal aanvoer dat jy die eerste verduideliking het ten opsigte van die voorwerp wat uit geslypte brons bestaan (hy noem dit die materiële oorsaak). Jou nuuskierigheid is egter steeds nie gedemp nie en jy stel verdere ondersoek in. 'n Mens wil graag in staat wees om vas te stel wat presies dit wat uit brons vervaardig is: is dit dalk wrakstukke van 'n verlate vliegtuig wat in die nabye omgewing neergestort het of dalk die oorblyfsels van 'n uitgewerkte myn? Soos jy nader aan die item ter sprake stap, kom jy tot die gewaarwording dat dit bronsmateriaal in die vorm van 'n mens is; met ander woorde 'n standbeeld. Met die uitkenning van die vreemde voorwerp as 'n bronsstandbeeld verkry jy die tweede verduideliking omtrent die voorwerp (hierdie tweede verduideliking noem Aristoteles die formele oorsaak). Vanweë die feit dat brons nie ditself tot 'n perfekte afbeelding van 'n mens kan omvorm nie, besef jy dat hierdie standbeeld 'n doelbewuste skepping deur (n) mens-agent(e) is. Iemand het die bronsstandbeeld gevorm eerder as wat dit deur middel van 'n weerligstraal tot stand gebring is. Daar is nou drie verduidelikings van hierdie vreemde voorwerp: dat dit 'n

³²Hierdie illustrasie in hierdie paragraaf kom uit Shields (2007: 42-43) en is effens aangepas.

standbeeld is wat uit brons gevorm is (in die vorm van 'n mens) deur die aktiwiteit van 'n beeldhouer (die derde verduideliking noem hy die effisiënte oorsaak). Steeds wonder jy *hoekom* die standbeeld in die middel van die woud geplaas is. By nadere ondersoek kom jy af op 'n gedenksteen met die volgende woorde daarop gegraveer: “Hier geplaas ter ere van die sewentien brandbestryders wat hulle lewens verloor het in diens van hulle medeburgers in die Rooi Rif Uitbarsting op Januarie die 5de 1940”. Jy beskik nou oor 'n volledige verduideliking van wat presies hierdie vreemde item is: dit is 'n stuk brons wat tot 'n menslike afbeelding omvorm is deur 'n beeldhouer ten einde die lewens van sewentien brandbestryders in herinnering te eer. Indien ons, volgens Aristoteles, verduidelikings op al vier hierdie vrae kan verskaf, is ons nuuskierigheid bevredig en het ons goeie oorsaaklikheidsverbindings en -verduidelikings gevind. Hierdie vier oorsaaklikhede bestaan onderskeidelik uit die volgende: die materiële oorsaak (die bronsmateriaal), die formele oorsaak (die vorm van die standbeeld: die mens), die effisiënte oorsaak (die standbeeldhouer/skepper) en die finale oorsaak (ter ere van die brandbestryders). Hierdie vier oorsaaklikheidsverduidelikings gaan in die volgende paar subopskrifte in meer besonderhede verduidelik word.

3.1.1. Die materiële- en formele oorsaak

Materie (die brons in die bostaande voorbeeld) neem net 'n gedeelte in die ruimte op en neem nie die heelal in beslag nie. Hankinson (2009) voer aan dat “vorm 'n beperking van materie is³³” (216). Materie word gegrens en die eindpunt daarvan neem 'n spesifieke vorm aan. 'n Vorm, in sy beurt, kan ook nie 'n beeld aan neem indien dit nie deur 'n sekere materie of 'n verbinding van materie, gevul word nie. Die materiële- en formele oorsake definieer mekaar en kan nie van mekaar geskei word om iets betekenisvols te kan sê nie. Gestel ons vergelyk twee voorwerpe met mekaar en alhoewel albei die vorm van 'n byl aanneem, verskil die twee van mekaar in die opsig dat die een uit kaas, en die ander uit yster gemaak is. Slegs die een wat uit yster vervaardig is, kan as 'n byl gesien word, om rede dit hard en skerp genoeg is om bome af te kap. Die voorwerp wat in die vorm van 'n byl maar uit kaas gemaak

³³ Aanhaling in oorspronklike taal: “form is a restriction of matter”.

is, is nutteloos om bome mee af te kap. Edel (1982) argumenteer dat “materie ‘n relatiewe term is, en dat daar ‘n spesifieke materie vir ‘n spesifieke vorm is³⁴” (47). ‘n Blaas, in meeste gevalle, neem ‘n plat vorm aan omdat dit in so ‘n geval meer sonlig kan absorbeer om fotosintese suksesvol te kan bereik. Dit wil sê dat die materie relatief tot sy vorm is. Sou die materie die vorm van ‘n byl aanneem, kan die vorm nie uit kaas of spons gemaak word nie anders sal die byl nutteloos wees en sonder enige gebruik (funksie). Selfs die mens se hand kan nie uit dieselfde materie as die menslike oog bestaan nie om rede dit moontlik voorwerpe kan laat val, en dit ook nie aan sekere chemikalieë bloot gestel kan word soos wat dit gereeld met hande gebeur nie. Vorm en materie is ook nie losstaande van effisiënte- en finale oorsake nie.

Sover is slegs die materiële- en formele oorsake omskryf, maar dit is moeilik om ‘n spesifieke situasie in die afwesigheid van die effisiënte- en finale oorsaak te verduidelik. ‘n Byl is geskep deur ‘n houtkapper (effisiënte oorsaak) as ‘n doeltreffende stuk gereedskap om ‘n boom mee af te kap (finale oorsaak). Indien ‘n mens nie weet wat die finale oorsaak van die byl is nie, kan dit net sowel uit kaas gemaak word. Hierdie voorbeeld is ‘n veralgemening van byle en hul funksie tot op hede. Die vlak van analise is ook van belang. Aristoteles (1970) beskryf dit verder in die volgende woorde:

[s]ome people [including Aristotle] think that the nature and reality of a thing which is due to nature is the primary constituent present in it, something unformed in itself. Thus in a bed it would be the wood, in a statue the bronze. It is an indication of this, says Antipho, that if you bury a bed, and the decomposition gets the ability to send up a shoot, what comes up will not be a bed but wood: this seems to show that the disposition of parts customary for beds and the artistry belong only by virtue of concurrence, and that the reality is that which persists uninterruptedly while being affected in these ways.

(24 (192b10))

‘n Akker se funksie is om ‘n volwasse akkerboom te word, en die funksie van ‘n bed wat uit hout (van ‘n akkerboom) gemaak is, is om ‘n gemaklike rusplek te skep vir

³⁴ Aanhaling in oorspronklike taal: “[m]atter is a relative term, for there is a distinct matter for a distinct form”.

mense. Hierdie twee voorbeelde het twee verskillende effisiënte- sowel as finale oorsake. Die tweede voorbeeld kan sonder die invloed van die mens voortbestaan, sou die bed begrawe word en die geleentheid gegun word om te ontkiem, sal dit 'n akkerboom en nie 'n bed word nie. Soos Hocutt (1974) dit voorstel

... [w]hat counts as form and what counts as matter depends on the level of analysis and the stage of investigation. For example, wood is the matter of lumber, but lumber is the matter of a house.

(395)

Die natuur gaan onverstoord met sy finale oorsaak sonder die invloed van die mens voort. Die twee effisiënte oorsake (die mens en die natuur) het hulle eie doelwitte (finale oorsake) oor die item ter sprake. Die ondersoek oor die materiële oorsaaklikheidsverduideliking hang van die vlak van analise af. In die voorbeeld van die akkerboom word die natuur as effisiënte oorsaak beskou en in die voorbeeld van die bed word die mens as effisiënte oorsaak beskou. Elkeen sal sy eie finale oorsaak behels wat moontlik mag verskil. 'n Goeie verduideliking hang ook af van die keuse van die oorsake, met ander woorde die vlak van verduideliking. Sou die navorser die natuur kies as die effisiënte oorsaak gaan die funksie verskil van 'n navorser wat die mens kies as die effisiënte oorsaak. Beide is reg, maar dit gaan afhang wat die navorsingsvraag en so dus die beste effisiënte oorsaak om te gebruik vir die studie. Dit is ook belangrik om te noem dat die formele oorsaak nie slegs verwys na vorm nie, maar ook na organisasie. Dit verwys nie slegs na die standbeeld en die vorm van 'n mens wat dit aanneem nie, maar ook hoe die hart georganiseer is in die menslike liggaam. Die formele oorsaak as organisasie word gewoonlik in ag geneem wanneer 'n sisteem (soos die bloedsomloopstelsel) ter sprake is.

Die materiële oorsaak hoef nie noodwendig uit materie soos wol, hout, yster of water te bestaan nie. Dit “sluit wel letters (van lettergrepe), vuur en ander elemente (van fisiese liggaamlikhede), dele (van gehele), en ook stellings (van gevolgtrekkings) in³⁵” (Hankinson 2009: 216). Ten einde 'n omvattende verwysingsraamwerk te stel,

³⁵ Aanhaling in oorspronklike taal: “include letters (of syllables), fire and the other elements (of physical bodies), parts (of wholes), and even premises (of conclusions)”.

span Edel (1982) die begrip *substratum* in (47). Dit is ook belangrik om die vlak van verduideliking waarmee daar gewerk word in ag te neem. Brons bestaan uit 'n hele aantal metale soos onder andere koper en tin en is nie 'n element insigself nie. Daar bestaan 'n paar moontlike vlakke waarop 'n mens kan werk en Hankinson (2009) argumenteer dat daar op elke vlak die volgende vrae gestel kan word:

what are the structural features (form) in virtue of which the stuff or thing is what it is (at the level in question); and in what and out of what material substrate has that form been generated?

(216)

In die bogenoemde voorbeeld van die bed en die akkerboom, bestaan die bed uit hout en die hout bestaan weer op sy beurt uit organiese materiale wat afkomstig van 'n akkerboom is. Op elke verskillende vlak mag daar 'n ander stel van vier oorsaaklikheidsverduidelikings wees, alhoewel daar somtyds gedeelde oorsaaklikhede tussen die verskillende vlakke bestaan. Die hart wat in Hoofstuk 2 geskets is, is nog 'n toepaslike voorbeeld: die kloppende geluid sal nie as 'n funksie beskou word indien slegs die menslike liggaam, spesifiek bloedsirkulasie, in ag geneem word nie, maar wel wanneer die dokter een van die oorsake is (in dié geval die formele oorsaak waar die dokter deel vorm van die organisasie).

Indien die opvatting van die materiële oorsaak as 'n verweefdheid met sy vorm (formele oorsaak) beskou word en die twee ooreenstemmend ook deur die effisiënte- en die finale oorsaak verduidelik word, dan in plaas daarvan dat ons vra 'uit *watter* materie bestaan hierdie vorm?', vra ons eerder '*hoekom* bestaan hierdie vorm uit hierdie materie?'. Die verskil tussen hierdie twee vrae is dat die eerste vraag slegs een soort verduideliking in terme van die item ter sprake verskaf en dit is volgens Aristoteles nie 'n goeie verduideliking nie. Slegs een vraag word in terme van die vier oorsaaklikheidsverduidelikings beantwoord, naamlik dié van die materiële oorsaak, maar dit verloor die verhouding tussen die ander verduidelikings wat mekaar behels. Hocutt (1974) voer aan dat "om te verstaan *wat* iets is, is ook om

te verstaan *hoekom* dit is wat dit is³⁶ (394). Daarom argumenteer hy dat ons Aristoteles se vier oorsaaklikhede (“four causes”) eerder Aristoteles se vier hoekoms (“four because”) moet noem (394). Ons vra wel die wat-vraag om die materiële oorsaak in die vier oorsaaklikheidsverduidelikings te bepaal, maar om te beweer dat dit die enigste verduideliking van die item ter sprake is, dui op ’n onbillike rekenskap van die verduideliking en is dus onvoldoende. Dieselfde geld vir die formele oorsaak.

Om die formele oorsaak te verduidelik word daar ’n wat-vraag gestel (‘watter vorm neem hierdie materie aan?’). Daar moet egter in ag geneem word dat dit nie die enigste verduideliking van die item ter sprake is nie en dat daar ook rekenskap vir die ander drie oorsaaklikhede gegee moet word. As gevolg hiervan word daar ook ’n hoekom-vraag ten opsigte van die formele oorsaak gevra, (‘hoekom neem die materie hierdie vorm aan?’). Die antwoord op die hoekom-vraag kan nie alleenlik aandui dat dit die vorm van ’n byl aanneem nie, maar eerder dat dit die vorm van ’n byl aanneem *as gevolg daarvan* dat dit sodanig deur die houtkapper geskep is (effisiënte oorsaak) om bome mee af te kap (finale oorsaak). Die soektog en dus ook die vraag is nie alleenlik op die vorm van die item ter sprake gefokus nie, maar ook op die rol wat die vorm in die verduideliking van die funksie van die item speel. As ons net die wat-vraag beantwoord—dat dit die vorm van die byl aanneem—is dit nie spesifiek genoeg in die verduideliking van die item nie. Dit is in die vorm van ’n byl maar dit kan ’n kaasgarnering wees of ’n stuk gereedskap wat bome afkap. Om slegs die wat-vraag te beantwoord is onvoldoende verduideliking. Al vier hierdie oorsake is verweef met mekaar en die een behels (“entail”) (Rosen 1991: 46) die ander.

Volgens Aristoteles is die formele oorsaak ’n inperking van die substratum; die substratum hou nie vir ewig aan nie, maar neem slegs ’n sekere ruimte in beslag en daardie ruimte neem ’n vorm aan. Realiteit bied sy eie perke en een ding kan nie die heelal in beslag neem nie. Aristoteles (1970) beweer dat

³⁶ Aanhaling in oorspronklike taal: “[t]o understand *what* something is is also to understand *why* it is what it is”.

... [t]he form has a better claim than the matter to be called nature. For we call a thing something, when it is that thing in actuality, rather than just in possibility.

(25 (193b5))

Alhoewel ek strenggesproke nie met Aristoteles saamstem dat die vorm van die item ter sprake noodwendig meer aanspraak op die aard van die item as die substratum maak nie, gee ek toe dat die inperking op die substratum belangrik is. Die vorm perk nie alleenlik die substratum in nie, maar die waarnemer speel ook 'n rol wanneer daar 'n keuse ten opsigte van die betrokke vorm uitgeoefen word. Wanneer ons met die verskillende vlakke van verduideliking wat vroeër genoem is te make het, speel hierdie proses 'n beduidenswaardige rol. Die waarnemer kies die vlak van verduideliking, byvoorbeeld die standbeeld in die woud, en laat die woud insigself uit die verduideliking (die woud se vorm, materie, wat die woud tot beweging/rus bring en ook die funksie van die woud, word in die vier oorsaaklikheidsverduidelikings van die standbeeld buite berekening gelaat). Selfs die verdere analise van die materie wat bepaal dat brons 'n verbinding en nie 'n element is nie, word nie verder aangespreek nie ('n chemikus sal byvoorbeeld verder ondersoek instel na die samestelling waaruit die materie (in hierdie geval brons) bestaan). Hierdie ander vlak van verduideliking speel 'n beduidenswaardige rol in die bepaling van die vier oorsaaklikheidsverduidelikings van die item ter sprake en die item is ook nie onafhanklik van hierdie ander vlak(ke) nie, dit is egter slegs op die oomblik nie op die waarnemer se vraag van toepassing nie. Die geskiedenis van die waarnemer speel ook 'n belangrike rol in die bepaling van die vier oorsaaklikheidsverduidelikings. Sou die waarnemer die brons voorwerp wat die vorm van 'n mens aanneem gewaar, sal sy maklik tot die gevolgtrekking kan kom dat dit 'n standbeeld is, aangesien daar heelwat sulke standbeelde bestaan; dit wil sê dit is betekenisvol tot die ervaring van die waarnemer. Indien die waarnemer 'n brons voorwerp in die vorm van 'n fruppel³⁷ in die woud aantref, mag sy dalk op 'n ander vlak 'n verdere verduideliking benodig om sekerheid te verkry dat dit nie 'n onaktiewe, vreemde aardbewoner van 'n ander planeet is nie. Die bepaling en ook die bevindinge van die vier

³⁷Hierdie woord is 'n nuutskepping wat die vreemdheid van die voorwerp aandui.

oorsaaklikheidsverduidelikings, hang dus primêr van die vlak van verduideliking, die navorsingsvraag, en die waarnemer se geskiedenis af.

Edel (1982) argumenteer dat sommige vorme nie oor substratum beskik nie. Hy maak gebruik van 'n maansverduistering as 'n voorbeeld ten einde dit te omskryf. Wat presies veroorsaak 'n maansverduistering? En meer spesifiek, wat is die materiële oorsaak daarvan? Edel voer aan dat daar nie substratum betrokke is nie en dat die maan geaffekteer word en daar geen materie is nie, soos in die geval van meeste natuurlike gebeurtenisse (*ibid*). Ek stem egter nie saam met Edel nie. In die geval van 'n gebeurtenis soos 'n maansverduistering, is daar 'n hele aantal materiële oorsake betrokke. Daar is 'n organisering van 'n hele paar faktore werksaam wat die gebeurtenis laat gebeur en dit maak die vorm van die gebeurtenis uit (die formele oorsaak). Sonder die maan, aarde en son, wat die materiële oorsake is, sou daar nie so 'n gebeurtenis kon plaasvind nie. Anders as wat Edel argumenteer is die materiële oorsaak(e) wel teenwoordig. Vir 'n maansverduistering om plaas te vind, moet die son, aarde en maan in hierdie presiese volgorde in 'n reguitlyn wees. Sou die volgorde, oftewel die formele oorsaak (vorm/struktuur/organisering) verander, is dit nie meer 'n maansverduistering nie, maar 'n sonsverduistering mits die volgorde egter soos volg daar uit sien: son, maan en aarde. Die perspektief wat rondom die gebeurtenis gehuldig mag word, hang van die waarnemer af wat dit in die meeste gevalle vanaf die aarde sal meet. In sommige gevalle kan 'n verdere afbreek van die substratum se materie ewe belangrik wees. Indien die aarde van kaas gemaak is, sal daar steeds 'n maansverduistering plaasvind, maar sou die aarde grotendeels uit water bestaan, sal die sonstrale 'n vreemde patroon op die maan werp in plaas daarvan om 'n skaduwee van die aarde op die maan te gooi. In hierdie geval sal die maan nie verduister nie, maar daar sal wel 'n refleksie van die aarde op die maan verskyn, maar dit kan nie maansverduistering genoem word nie. Sou die aarde dieselfde grote as Suid-Afrika wees, sal dit nie 'n volkome maansverduistering tot gevolg hê nie maar eerder slegs 'n klein spikkeltjie skaduwee wat ook heel moontlik nie as maansverduistering bekend sal staan nie en 'n ander betekenis dra. Net soos dit belangrik is vir 'n byl om uit yster of enige ander harde materiaal wat op slag nie maklik sal breek nie gemaak te word, indien dit gebruik word om 'n boom af te kap, is dit in die gebeurlikheid van 'n maansverduistering belangrik dat die son, aarde en

maan, die materie en orde (organisering) is wat aanwesig is. Substratum speel ook 'n belangrike rol in die vier oorsaaklikheidsverduidelikings en kan nie weggelaat word in die verduideliking daarvan nie.

Die materie waaruit die item ter sprake bestaan en die vorm wat die item aanneem is nie al verduidelikings om iets betekenisvol oor die item te sê nie, maar dit wat die item tot rus of beweging bring is ook van belang. Hierdie oorsaak wat die item tot rus of beweging bring word die effisiënte oorsaak genoem.

3.1.2. Die effisiënte oorsaak

Die effisiënte oorsaak word ook as die bewegingsoorsaak beskryf en dit verwys na die skepper of aanstigter van die item ter sprake byvoorbeeld soos 'n vader tot 'n kind is (Edel 1982: 62). Hiermee word bedoel dat die vader die raadgewer van die aksie is (*ibid*) of die primêre bron van verandering of rus (Vella 2008: 76). In die voorbeeld van die brons standbeeld wat vroeër in hierdie hoofstuk geskets is, is die beeldhouer die effisiënte oorsaak, aangesien hy die skepper of vormer van die standbeeld is. Hy is met ander woorde "dit waarvandaan die begin van verandering kom"³⁸ en sonder hom sou daar nie 'n standbeeld tot stand gekom het nie. Matthen (2009) sit dit as volg uiteen:

How... does he relate the [statue]-as-end to the actions necessary for [sculpting] it? He has a "model" (paradeigma) in mind, Aristotle says, and this is an "account (logos) of its essence"... A [sculptor's] mental representation of the model of what he is [sculpting] must be distinguished from the model itself: he thinks about a [statue]; the [statue] is one thing, his thought another. The thought plays a crucial role in the [sculptor's] deliberations. These deliberations too are efficient causes. Similarly, the ability to represent the [statue] he will [sculpt] is an element of the [sculptor's] craft, and this craft is an efficient cause. From all of this, we may conclude that the man's representation of the [statue] is an efficient cause³⁹.

³⁸Aanhaling in oorspronklike taal: "that from which comes the beginning of the change".

³⁹Matthen (2009) maak gebruik van die voorbeeld van 'n huis en 'n bouer, maar ten einde dit meer toeganklik en verstaanbaar te maak, span ek die voorbeeld van die beeldhouer en die standbeeld in om aan te sluit by my voorbeeld in besonderhede geskets aan die begin van die hoofstuk.

(335)

Die effisiënte oorsaak is die psigiese voorstelling wat die beeldhouer van die standbeeld koester en dit vorm sy perfekte versinnebeelding daarvan. Dit is onmoontlik om in *de facto* ten volle uiting te gee aan hierdie perfekte idee en plaas die formele oorsaak 'n beperking op die effisiënte oorsaak (336). Die beeldhouer se ideaal van die standbeeld verskil van die finale produk/voltooid standbeeld. Gestel byvoorbeeld die beeldhouer het lang wenkbroue vir die standbeeld in gedagte gehad, maar weens onbuigsame brons kon hy dit nie tot uitvoering bring nie. Dit mag ook die geval wees dat die beeldhouer sy idee van die standbeeld moes aanpas, aangesien die standbeeld in werklikheid nie gebalanseerd is nie en as gevolg daarvan gereeld omslaan. Hoe dit ook al sy, die psigiese voorstelling is weens faktore waarvoor daar nie noodwendig rekenskap gegee kan word nie, nie altyd in pas met die werklike item nie.

Alhoewel Matthen (2009) aanvoer dat die formele oorsaak die effisiënte oorsaak in perk, argumenteer ek voortaan dat selfs die materiële oorsaak die effisiënte oorsaak hunker of bewerkstellig. Die materie mag moontlik te hard wees vir die beeldhouer om die vorm wat hy in gedagte het, uit te kap, dus kan die materiële oorsaak in hierdie geval as 'n inperking op die effisiënte oorsaak beskou word. Die omgekeerd bied ook beperkinge. Die beeldhouer kan 'n perfekte psigiese voorstelling van die standbeeld hê, maar die uitvoering daarvan is deel van die effisiënte oorsaak. Die standbeeld kan nie ontstaan deurdat die beeldhouer slegs daaraan dink nie. Hy sal dit prakties moet kan uitvoer en in hierdie geval maak hy van gereedskap gebruik om dit te doen. Die beeldhouer mag dalk nie oor die geskikte gereedskap beskik om die presiese vorm te skep wat hy in gedagte gehad het nie. In die afwesigheid van 'n plan wat in hierdie geval die psigiese voorstelling is, het die item ter sprake nie 'n funksie nie en is dit blote toeval dat die standbeeld die vorm van 'n mens aangeneem het en kon dit net sowel in die vorm van 'n haas gewees het. Die beeldhouer (die beweging), sy psigiese voorstelling van die standbeeld (die plan) en sy gereedskap wat die standbeeld tot stand bring vorm altesaam die effisiënte oorsaak. Die effisiënte oorsaak is die oorsprong van die beweging of die stilstand,

maar sommige items ter sprake kan meer as een bron van beweging hê eerder as een primêre bron soos Vella (2008: 76) beweer.

Dit is redelik eenvoudig om die effisiënte oorsaak te bepaal wanneer die effisiënte oorsaak mense-agent, soos in die voorbeeld van die standbeeld, is. In hierdie geval kan ons die skepper (mense-agent) raadpleeg ten einde die funksie van die item ter sprake vas te stel wat hy tot stand gebring het. Wat is die effisiënte oorsaak van 'n akker? Wat is die effisiënte oorsaak van 'n natuurlike sisteem waar daar geen menslike ingryping betrokke is nie? Watter effisiënte oorsaak is by die menslike spesie self te vinde? Daar is tog 'n bewegingsoorsaak sigbaar in die akker: die akker ontkiem en groei tot 'n volwasse akkerboom, dit wil sê verandering/beweging vind plaas. Aan wie/wat skryf ons hierdie verandering toe? Hawkins (2007) voer egter aan dat:

According to the common presentation of the example, the oak tree (that the present acorn is one day to become) determines the 'direction' of the acorn's growth. Aristotelians sometimes speak as though the acorn were *striving* to be that oak. Now if we take that claim seriously, say the critics, we are at risk of anthropomorphizing the acorn. After all, the acorn has no 'idea' of the oak tree it is one day to become... [E]ven human beings can have an end of which they have no mental representation or idea; and all organisms may unconsciously strive for such ends. There is therefore no danger of anthropomorphizing, since 'striving' is a general process of which conscious human striving is a special case.

(524-525)

Hawkins (2007) beweer dat die akker daarna *streef* ("strive") om 'n volwasse akkerboom te word, maar die term 'streef' hoef nie noodwendig in te sluit dat die akker daarvan *bewus* moet wees nie. In hierdie opsig omvat strewe onbewustelike en bewustelike verandering/rus. Dit blyk tog dat wanneer ons met die natuur te make het, soos byvoorbeeld in die geval van 'n akker, is die effisiënte oorsaak vervat in die lewende organisme. Dat 'n akker insigself alles het om tot 'n volwasse akkerboom te kan groei.

Indien lewende organismes ter sprake is wil dit voorkom asof daar geen eksterne effisiënte oorsaak betrokke nie, maar dat die formele oorsaak tesame met die

effisiënte oorsaak, met ander woorde die organiserings/struktuur van die lewende organisme, wel toegerus is om die rol van die beweging aan te neem. Daarom verenig die formele- en effisiënte oorsaak in natuurlike prosesse en

... the technical reduction of the four causes to matter and form is accomplished. But in achieving it, Aristotle has given *form* a much more complex meaning that it had before. It ceases to be merely shape, organization, law, or formule. He has now built into it a central feature of the teleological model: form becomes *culminating design, achieved or maintained*.

(Hocutt 1974: 62)

Die formele- en die effisiënte oorsaak van die lewende organisme is toegerus om die lewende organisme tot beweging/rus te bring en so ook geskik om sy finale oorsaak—om tot volwassenheid te groei—te bereik, vanwaar die term self-fabriserende sisteme (“self-fabricating”), sy oorsprong het. Dit is egter nie alleenlik die geval nie, aangesien ’n akker steeds ’n omgewing benodig om te kan oorleef. ’n Tier dien as nog ’n voorbeeld om hierdie argument te onderstreep⁴⁰. Dit kom voor asof ’n tier toegerus is ten einde oorlewing en aanpasbaarheid in sy omgewing te verseker te midde van sy gevaarlike tande, massiewe en skerp kloue, asook sy liggaamlike krag wat hierdie karnivoor in staat stel om sy prooi, byvoorbeeld bokke, te kan jag, vang en eet. Die tier beskik ook oor interne sisteme soos die spysverteringstelsel, bloedsomloopstelsel, metabolisme ensovoorts om sy self-fabrisering te verseker. Die bogenoemde eienskappe groepeer onder materiële- en formele oorsake, maar dit is steeds nie genoeg eienskappe om ’n tier se oorlewing te verseker nie. Ten einde te beslis of ’n tier vir jag geskik is, moet die roofdier in aksie gesien word en verder moet die tier oor die nodige kennis beskik om byvoorbeeld die swakste lid van ’n trop uit te kies om te jag in plaas van die sterkste prooi wat die tier moontlik kan moeg maak in die jaagtog en sodoende tot ’n mislukte poging lei. ’n Tier moet die omgewing kan interpreteer en van kleins af aanleer by ouers hoe om te jag.

⁴⁰Hierdie voorbeeld van die tier is uit Hawkins (2007: 526) geneem en aangepas.

Hierdie laasgenoemde eienskappe met spesifieke verwysing na interpretasie en die nodige kennis, kan 'n tier slegs deur aktiewe proefneming bekom, asook deur die gewoontes van ander tiere na te boots. Ek stem met Hawkins (2007) dat 'n tier se lewe 'n

... complex set of bodily motions that are for the most part integrated into easily identifiable activities (hunting, eating, mating, nurturing young). Its existence depends upon its success in negotiating such activities within its environment. The alteration of enough variables in that environment could mean doom, not only for a particular tiger, but for all tigers in that environment. If their prey suddenly disappears, it becomes entirely irrelevant how well formed any tiger is. No description of the tiger's form, however exhaustive, would suffice to explain its success in sustaining itself in its environment.

(526)

Die tier is afhanklik van sy omgewing en kan daarom nie in afsondering beskou word nie. Op hierdie punt kan die termodinamiese onderskeid tussen oop- en geslote sisteme, uiteengesit in Hoofstuk 2, ons bystaan. Lewende organismes is oop sisteme wat materie en energie met hulle omgewing wissel. Materie en energie, en ook inligting, word beskou as materiële oorsake. Die tier moet inligting, water, kos en suurstof inneem wat beskikbaar is in sy omgewing. Die lewende organisme is dus oop tot materiële oorsake, maar is geslote tot die effisiënte- en formele oorsake (Rosen 1991: 244). Die lewende organisme is toegerus om haarself te kan fabriseer en het nie 'n bewegingsoorsaak ekstern tot die sisteem nodig om die sisteem te herstel en/of genereer om te bly voortbestaan nie. Soos in besonderhede uitgebrei in die vorige hoofstuk is die lewende organisme organisatories geslote en gaan hierdie idee gepaard met die idee dat die sisteem geslote is tot effisiënte- en formele oorsake.

Soos in die geval van die materiële- en die formele oorsake word daar ook 'n *hoekom-vraag* gestel. In plaas daarvan om slegs die effisiënte oorsaak te bepaal en te vra 'wat is die effisiënte oorsaak van die item ter sprake?', vra ons eerder: hoekom het die item ter sprake die effisiënte oorsaak wat dit het? Die effisiënte oorsaak op sy eie is slegs 'n moontlikheid om iets in beweging of rus te bring, maar sou ons die

effisiënte oorsaak bepaal wat deur die ander drie oorsaaklikhede behels word bepaal is die spesifieke effisiënte oorsaak 'n noodsaaklikheid vir die spesifieke finale oorsaak wat plaasvind. Bepaling en bespreking van slegs die effisiënte oorsaak gee nie genoeg verduideliking van die item ter sprake nie. Daarom is 'n hoekom-vraag meer gepas in die bespreking van funksies aangesien funksies interaksies behels en kan 'n wat-vraag nie hierdie behelsing verduidelik en beklemtoon nie. Die effisiënte oorsaak is nie tevergeefs nie en vra ons hoekom dit die geval is. In die volgende sub-opskrif gaan daar aandag aan die finale oorsaak verleen word, maar weereens is dit duidelik dat die vier oorsaaklikheidsverduidelikings nie losstaande van mekaar is nie, maar dat hulle mekaar behels.

3.1.3. Die finale oorsaak

Die vierde en laaste primêre oorsaak met betrekking tot 'n goeie verduideliking van 'n item ter sprake, is die finale oorsaak wat Aristoteles ag as die heel belangrikste. Dit dui aan hoekom daar 'n hoekom-vraag gevra word en hoekom al vier oorsaaklikheidsverduidelikings verweef en mekaar behels. Die materiële-, die formele- asook die effisiënte oorsaak is nie tevergeefs nie, aangesien elkeen 'n bydrae tot die verduideliking van die finale oorsaak maak. Edel (1982) beskryf die finale oorsaak as 'dit-ter-wille-van' en span gesondheid as 'n voorbeeld in: gesondheid is die finale oorsaak van chirurgie en die doel waarna die item ter sprake na streef of beweeg (62)⁴¹. Aristoteles argumenteer vir finale doel; dat daar 'n einddoel is waarna alles streef—'n einddoel wat alle doele inkorporeer en wat nie as 'n middel tot 'n verdere doel gebruik word nie (MacIntyre 1998: 59). Soos Hankinson (2009) dit beskryf bestaan finale doele nie slegs in gehele (byvoorbeeld die mens) nie, maar ook in die dele waaruit die mens bestaan (soos byvoorbeeld die hart):

...that finality and purpose are to be found throughout nature, which is for [Aristotle] the realm of those things which contain within themselves principles of movement or rest (i.e. efficient causes); thus it makes sense to attribute

⁴¹ Aristoteles verwys na finale oorsaak as doele, maar dit sal aan die einde van hierdie hoofstuk geargumenteer word dat dit eerder verwys na funksie. In hierdie sub-opskrif (3.1.3) gaan ek die idee van finale oorsaak verduidelik soos Aristoteles dit stel, dit wil sê finale oorsaak as doel en funksie, maar sal ek in die daaropvolgende opskrifte en hoofstuk verwys na funksie as die finale oorsaak.

purposes not only to natural things themselves, but also to their parts: the parts of a natural whole exist for the sake of the whole.

(218)

Hankinson voer dus aan dat 'n mens nie bloot 'n doel en 'n funksie het nie, maar ook die dele van die mens soos byvoorbeeld die hart, longe, brein en alles wat deel van die geheel vorm. Hierdie dele is *ter wille van* die mens. Terselfdertyd is die mens ook deel van 'n groter geheel soos byvoorbeeld haar familie, sosiale netwerk, land en haar kontinent. Indien die geheel⁴² vergroot sou word—met ander woorde breër-orde komplekse sisteme as komponente bevat—mag die graad van kompleksiteit moontlik die hoogte in skiet. Daar kan met ander woorde heelwat interaksies plaasvind wat 'n impak op ander dele het en dit het tot gevolg dat daar te veel faktore is wat 'n rol kan speel.

Die finale oorsaak maak vir Aristoteles die belangrikste oorsaak van die vier oorsaaklikheidsverduidelikings uit. As gevolg van die finale oorsaak word daar in elk van die vier oorsaaklikheidsverduidelikings 'n hoekom-vraag gevra en beklemtoon dit dat die vier oorsake mekaar behels. Soos genoem huldig Hocutt (1974) dat in plaas daarvan dat ons dit die vier oorsake ("causes") noem, moet dit eerder die vier hoekoms ("because") wees, want om te verstaan *wat* iets is, moet ons ook kan verstaan *hoekom* dit is wat dit is (394). Deur 'n hoekom-vraag te vra impliseer dat die item ter sprake saamgestel is deur nie net ditself nie maar ook sy omgewing. Indien die item ter sprake oor 'n funksie beskik (finale oorsaak), dra die materiële-, formeel- en effisiënte oorsaak by tot hierdie finale oorsaak. Ons kan vra en antwoord: waarom is die materiële-*hoekom* van 'n byl dat dit uit yster vervaardig is? en ons antwoord sou lui: dit is hard genoeg om 'n boom mee af te kap. Waarom vervat die formeel-*hoekom* van 'n byl dat dit skerp genoeg is? en ons kan hierop antwoord dat dit nodig is om die boom deurdring om dit sodoende af te kap. Wat is die rede daarvoor dat die effisiënte-*hoekom* van 'n byl 'n mens is? en op hierdie vraag kan ons antwoord dat 'n byl deur 'n mens geskep is ten einde hom te help om 'n boom af te kap. Ons kan ook vra hoekom die materiële-*hoekom* van 'n byl dat dit nie uit kaas gemaak is

⁴²Grense ("boundaries") kan in hierdie vergelyking as sinoniem gebruik word.

nie en ons kan antwoord dat dit nie hard en skerp genoeg is om bome mee af te kap nie. Elk van die hoekom-vrae bevat 'n rede waarom iets uit die materie bestaan, die vorm en oor die bewegingsoorsaak beskik, wat dit het. Dit wil sê dat elkeen 'n bepaalde karakter in ooreenstemming met 'n spesifieke doel het. Ons kan alleenlik die redes agter die soort materie, vorm en bewegingsoorsaak verduidelik deur die hoekom-vraag te vra en dit verleen 'n goeie verduideliking van die item ter sprake, aan ons.

Die vierde verduideliking (finale oorsaak) verskil van die res van die verduidelikings in die sin dat dit die item ter sprake ten opsigte van sy funksie verduidelik. Indien ons weer die voorbeeld van 'n byl in span sal die vier oorsake soos volg toegeken word: die byl is uit yster vervaardig (materiële oorsaak), sy vorm neem dié van 'n skerp lem en 'n handvat met 'n goeie handgreep aan (formele oorsaak), die bewegingsoorsaak is dié van 'n mens (sy psigiese voorstelling en vervaardigingsgereedskap) (effisiënte oorsaak) en dit word aangewend met die funksie om bome af te kap (finale oorsaak). Hierdie is egter 'n eenvoudige voorbeeld en is maklik om te verduidelik, aangesien dit deur 'n mens geskep is en ons die skepper kan vra wat die doel van die byl is. Wanneer ons met lewende organismes te make het, is daar geen agent wat ons kan afvra wat die aprioriese doel van 'n roosboom is sonder om dit te vermenslik ("anthropomorphize") nie. Die finale oorsaak kort egter fokus en uitbreiding veral as lewende organismes ter sprake is. Hoe bepaal ons dan die funksie van 'n lewende organisme sonder om na 'n goddelikheid te verwys of om die lewende organisme te vermenslik of dit bloot te ignoreer asof daar geen finale oorsaak betrokke is nie? Biologie-filosowe, soos Vella (2008: 79) argumenteer dat die finale oorsaak in die formele oorsaak vervat word as ons met lewende organismes te make het.

Die lewende organisme bevat insigself (die formele oorsaak) die geskiktheid om na 'n funksie (finale oorsaak) te streef. Vella (2008) illustreer dit deur 'n voorbeeld van 'n kleuter:

[t]he form of a human being also contains within it the ultimate goal of the human infant, i.e. to mature and achieve human flourishing. This end is common to all things that possess the form of a human being. So in a crucial

sense, the ends of a thing are part of the form of a thing... It is perhaps too strong to suggest that the formal and final causes are identical. The form of a thing explains more than just the ends of a thing. Rather than suggesting strict identity, it seems instead that the final cause is contained in the formal cause.

(79)

Hierdie idee deur filosowe versterk deur Aristoteles (1970) se aanhaling te gebruik wat beweer dat die:

... last three [formal, efficient and final cause] often coincide; for the what and that for the sake of which are one, while primary source of motion is the same in species as these.

(38 (198a25-26))

Die formele oorsaak is die struktuur/organisasie van 'n lewende organisme en dit sluit onder andere sy hart, longe en spysverteringstelsel in. Die funksie van hierdie dele van die struktuur is om self die sisteem te fabriseer (finale oorsaak). Juis dit, skei lewende organismes van nie-lewende organisme: lewende organismes is daartoe in staat om hulself te fabriseer, terwyl voorwerpe soos 'n ketel of 'n byl dit nie kan doen nie. Indien 'n komponent binne 'n verbrandingsenjien wanfunksioneer het dit 'n eksterne agent nodig om die sisteem te herstel. Wanneer lewende organismes ter sprake is, kan die sisteem homself herstel of herorganiseer om sonder die komponent voort te bestaan⁴³. Lewende organismes het nie eksterne agente, in meeste gevalle, nodig nie. Om hierdie standpunt meer in diepte te verduidelik word daar na lewende organismes as self-fabriserende sisteme verwys en dit word onder die volgende opskrif verder uitgebrei deur die verstaan van hoe sisteme gekarakteriseer word.

Aristoteles se uitbreiding oor die vier oorsaaklikheidsverduidelikings is 'n formele beskrywing van substratums. Hy het ook beklemtoon dat ons nie 'n goeie beskrywing van substratums kan gee indien ons nie al vier die *hoekom*-vrae beantwoord nie. Dit beteken dat al vier die oorsaaklikheidsverduidelikings mekaar behels en dat

⁴³ Lewende organismes is steeds sterwend en vind self-fabrisering nie vir ewig plaas nie. In sommige gevalle kan die lewende organismes, soos die mens, 'n eksterne agent kry om haar lewe te verleng. Sy kan byvoorbeeld 'n hartoorplanting (eksterne) ontvang om te bly voortbestaan.

verandering in die een van die oorsake veranderinge op die ander kan bring, veral op die finale oorsaak. Die behelsing tussen die oorsaaklikhede, nie die oorsaaklikhede in sigself nie, het nog fyn afwerking nodig. Op hierdie punt het Rosen (1991) uitgebrei en was dit een van sy groot bydraes tot funksionele verduidelikings. Dat sommige skrywers beweer dat die formele oorsaak in die finale oorsaak vervat word—soos Hocutt (1974) en Vella (2008) aanvoer—wanneer lewende organismes ter sprake is, gaan ook meer duidelikheid kry in die volgende opskrif. In die volgende opskrif gaan ek Rosen (1991) se modellering van relasies met behulp van Aristoteles se vier oorsaaklikheidsverduidelikings uiteensit.

3.2. Die modellering van relasies

Aristoteles se vier oorsaaklikheidsverduidelikings word beskou as 'n formele sisteem van die werklikheid. Rosen (1991) verduidelik wat bedoel word met 'n formele- en 'n natuurlike sisteem, wat die verskil tussen die twee is en ook die doel van 'n formele sisteem is, aan die hand van 'n voorbeeld. Indien ons die voorbeeld vat:

$$V1: \quad 2 \text{ stokke} + 3 \text{ stokke} = 5 \text{ stokke}$$

gaan hierdie stelling sigwaarde oor stokke (4-5). Tog is dit nie dieselfde soort stelling as stellings oor 'stokke brand' of 'stokke dryf' nie, maar gaan hierdie soort stelling oor wiskunde (5). Die wiskundige wêreld vind vergestaltung in die waarneembare wêreld maar is onafhanklik daarvan (*ibid*). Die stokke in die stelling hierbo kan verwyder word om slegs 'n wiskundige stelling voor te stel:

$$V2: \quad 2 + 3 = 5$$

(*ibid*)

Wiskunde is 'n teorie wat 'n sub-taal van die waarneembare wêreld is (*ibid*). Dit behels kwaliteite, in hierdie geval wiskundige kwaliteite (samtotaal), van die waarneembare wêreld. Rosen (1991) noem hierdie wiskundige wêreld 'n *formele sisteem* (44). Alhoewel die formele sisteem verwys na die waarneembare wêreld is dit ook onafhanklik daarvan soos V2 voorstel. Ons kan verder nog 'n formele sisteem skets:

V3: $10 + 5 = 15$

Hierdie voorbeeld is onafhanklik van die waarneembare wêreld, maar kan ook gekoppel word daaraan deur te beweer dat dit verwys na die optelsom (formele sisteem) van sente (waarneembare wêreld). Dit wat buite die formele sisteem lê, met ander woorde dit waarnatoe die formele sisteem verwys, noem Rosen (1991) die *natuurlike sisteem* (*ibid*). Die werke van meeste wetenskaplikes en skrywers is om hierdie twee sisteme—die formele- en die natuurlike sisteem—versoenbaar te maak; dat die formele sisteem die natuurlike sisteem sover moontlik kan weerspieël. Dit is juis wat ook bedoel word met 'n teorie: die poging om 'n formele sisteem met eksterne verwysings te beliggaam op so 'n manier dat dit die natuurlike sisteem ten volle beskryf; dit wil sê om natuurlike sisteme in formele sisteme vas te lê (*ibid*). Alhoewel dit die voorneme is, is dit nie altyd moontlik wanneer die komponente, wat in ag geneem word in die teorie, ryk en dinamiese in interaksie is nie.

Aristoteles strewe om 'n formele sisteem, naamlik die vier oorsaaklikheidsverduidelikings, te skep oor die funksie van items. In die vorige afdeling het ek in besonderhede die vier oorsaaklikhede verduidelik en aangevoer dat al vier die oorsaaklikhede mekaar behels: ons kan nie 'n goeie verduideliking gee van die item se funksie indien ons nie antwoorde vind vir al vier die oorsaaklikhede nie. Wat Aristoteles nalaat in sy formele sisteem is die interaksie, dit wil sê die behelsingstrukture, tussen die vier oorsaaklikheidsverduidelikings. In Hoofstuk 2 het ek klem geplaas daarop dat interaksie van noodsaak is indien ons die funksie van die item ter sprake wil bepaal. Sonder hierdie interaksie het die item nie 'n funksie nie en is die item dood. Alhoewel Aristoteles aanvoer dat die vier oorsaaklikhede mekaar moet behels, verduidelik hy nie *hoe* hierdie oorsake mekaar behels nie. Op hierdie punt het Rosen (1991) verder uitgebrei en het hy 'n groot bydrae en toevoeging tot funksie en finale oorsaak gemaak. Wat hierdie twee sisteme—die formele- en die natuurlike sisteem—wel in gemeenskap het, is dat beide van hulle begaan oor behelsing (“entailment”). Die natuurlike sisteem is besorgd oor oorsaaklike behelsing en die formele sisteem is besorgd oor afleibare behelsing (44). Hierdie relasies tussen elemente van die sisteem, hetsy dit 'n formele sisteem of 'n natuurlike sisteem is, noem Rosen *behelsingstrukture* (“entailment structures”)

(1991: 46). Die behelsingstrukture speel 'n grondslaggewende rol in die organiseringsstrukture van sisteme. Daarom, as daar iets gemodelleer word, is dit noodsaaklik om die behelsingstrukture van die sisteem onder bestudering ook te modelleer. Soos reeds in meer besonderhede uitgebrei in Hoofstuk 2 kan ons nie items in afsondering bestudeer nie, en juis nie wanneer die funksie van die item ter sprake bestudeer word nie. Die doel om relasies te modelleer is om die ooreenstemming tussen twee sisteme te vestig, spesifiek tussen die elemente van elke sisteem en tussen die behelsingstrukture van elke sisteem. Om beide hierdie aspekte—elemente en behelsingstrukture—te bekwaam, kan die georde aard van een sisteem gemaak word om te korrespondeer met 'n ander sisteem totdat die twee sisteme 'n graad van ooreenkoms het (*ibid*). Hoe nader die formele sisteem die natuurlike sisteem weerspieël hoe meer suksesvol is die teorema wat gebruik word.

Indien ons 'n teorema as voorbeeld beskryf volgens Aristoteles se vier oorsaaklikheidsverduidelikings, kan ons die teorema aan die finale oorsaak koppel, die aksiome koppel aan die materiële oorsaak, die produksie reëls aan die effisiënte oorsaak en die orde of algoritme van die produksie reëls koppel aan die formele oorsaak (Rosen 1991: 48). 'n Sisteem, in hierdie geval die teorema, bestaan uit elemente wat in hierdie voorbeeld die aksiome van die sisteem uitmaak. Dan is daar 'n ander tipe rol binne die sisteem wat deur die produksie reëls gespeel word, dit wil sê die masjien wat die eintlike behelsing veroorsaak (47). Verskillende produksie reëls met dieselfde aksiome mag dalk nie dieselfde teorema behels nie, daarom word die teorema gedeeltelik behels deur die reëls van afleiding wat daardie sisteem beheer (*ibid*). Hierdie produksie reëls word ook opeenvolgend toegepas in 'n sekere orde (*ibid*). Verandering in die orde mag dalk ook nie dieselfde teorema behels nie. Die teorema/finale oorsaak is dus die effek van die produksie reëls, in 'n sekere volgorde/algoritme, op die aksiome. Op 'n ander manier beskou: die finale oorsaak is die effek van die effisiënte- en formele oorsaak op die materiële oorsaak. Hierdie punt sluit aan by die een wat ek gemaak het in Hoofstuk 2 dat funksie konteksgebonde is; dat dit afhanklik is van die tipe organisasie—sy produksie reëls en die volgorde wat dit aanneem—waaraan dit behoort en wat in daardie tydstep relasies gevorm het. Die finale oorsaak is die effek en ook die funksie van die item ter sprake.

Om die vier oorsaaklikhede op so 'n manier te karteer kan ons ook Hocutt (1974) se argument staaf deur verder aan te voer hoekom ons eerder hoekom-vrae vra as net bepaal wat/wie die oorsake is. Indien ons vra 'hoekom die aksiome?' (materiële oorsaak) dan is dit as gevolg van die finale oorsaak, indien ons vra 'hoekom die produksie reëls?' (effisiënte oorsaak) dan is dit as gevolg van die finale oorsaak, indien ons vra 'hoekom die orde of algoritme?' (formele oorsaak) dan is dit as gevolg van die finale oorsaak, sou ons vra 'hoekom die funksie van 'n teorema?' (finale oorsaak) dan is dit as gevolg van die produksie reëls, orde/algoritme en aksiome (Rosen 1991: 139). Ons vind dus nie slegs uit wie/wat die verskillende oorsake is nie, maar ook hoekom hulle mekaar behels en hoe. Rosen (1991) het hierdie behelsingstrukture gekarteer⁴⁴; en deur hierdie kartering kan ons verskillende oorsaaklikhede, soos liniariteit en nielineariteit, verduidelik.

Liniariteit, met behulp van Aristoteles se vier oorsaaklikhede, is wanneer die finale oorsaak op sy beurt weer 'n effisiënte- en formele oorsaak word; dit vorm weer deel van 'n ander stel van vier oorsaaklikhede. Die finale oorsaak/effisiënte- en formele oorsaak werk in op 'n ander materiële oorsaak wat dus gesamentlik 'n volgende effek veroorsaak (Rosen 1991: 230). Hierdie tweede finale oorsaak kan op sy beurt weer 'n effisiënte- en formele oorsaak word wat dan inoefen op 'n derde materiële oorsaak en 'n derde effek/finale oorsaak veroorsaak (*ibid*). Hierdie patroon van nabootsing vorm 'n kettingreaksie wat ons liniariteit noem. Die finale oorsaak kan ook terselfdertyd 'n materiële oorsaak word. 'n Nuwe stel effisiënte- en formele oorsake kan inwerk op hierdie finale-/materiële oorsaak en 'n nuwe finale oorsaak tot gevolg hê. Die eerste stel vier oorsaaklikhede het 'n effek wat deel vorm van 'n tweede stel oorsaaklikhede, en daardie tweede stel het 'n effek wat deel vorm van 'n derde stel oorsaaklikhede ens.

Daar is ook ander maniere hoe interaksie kan plaasvind, behalwe lineêr. Stelle kan ook terugwerk op vorige stelle. Dit is veral op hierdie punt waar Rosen (1991) 'n groot bydrae gelewer het in die verstaan van funksie met behulp van Aristoteles se vier oorsaaklikheidsverduidelikings. Aristoteles (1970) se verduideliking en

⁴⁴ Sien veral Hoofstuk 10 van Rosen (1991) se boek *Life Itself*.

voorbeeld is geïsoleerd; hy bespreek met ander woorde net een stel van oorsaaklikhede. Hoe verduidelik ons sisteme waar verskillende funksies saam 'n funksie in geheel vervul? Soos byvoorbeeld die hart wat die funksie van bloedsirkulasie vervul en ook saam met ander funksies in die liggaam die funksie van self-fabrisering vervul (Rosen 1991: 245). Hierop het Rosen (1991) verrek en het stelle van oorsaaklikhede aanmekaar gekoppel en gekarteer. Rosen (1991) se kartering van die metabolisme en herstel sisteem ((M,R) -sisteem) is 'n toepaslike voorbeeld hiervan (250). Anders as lineariteit waar die finale oorsaak byvoorbeeld altyd weer 'n effisiënte oorsaak word van 'n daaropvolgende stel van vier oorsaaklikheidsverduidelikings, kan 'n finale oorsaak, in terme van nie-lineariteit, 'n effisiënte oorsaak in 'n tweede stel wees en 'n materiële oorsaak in 'n derde stel ensovoorts. Die patroon wat vorm is 'n netwerk van stelle behelsingstrukture en hulle onderskeie vier oorsaaklikhede en waar 'n sekere oorsaaklikheid moontlik aan meer as een stel van behelsingstrukture behoort. Hierdie soort netwerk van behelsingstrukture kan 'n sisteem vorm en kan ook nielineêr aan mekaar gekoppel word en wat wederkerig is. Hierdie punt sluit aan by wat Meadows (2010) aanvoer—uitgebrei in Hoofstuk 2—dat 'n sisteem 'n onderlinge stel van verbintenisse tussen komponente wat samehangend georganiseer is op so 'n manier dat dit sy eie patroon van gedrag genereer oor 'n tydperk en sodoende iets uitvoer (2010: 12). 'n Sisteem bestaan dus uit komponente (materiële oorsake), interaksie (effisiënte- en formele oorsake) en 'n funksie of doel (finale oorsaak). Behalwe dat Aristoteles se vier oorsaaklikheidsverduidelikings en Rosen se kartering van die behelsingstrukture daarvan rekenskap gee vir liniariteit, nielineariteit en die vorming van sisteme kan dit ook die verduideliking van geïsoleerde sisteme steun. Geïsoleerde sisteme is wanneer daar geen behelsing buite die sisteem plaasvind nie. Dit wil sê al die stelle van vier oorsaaklikhede behels mekaar en geen oorsaaklikheid vind buite die sisteem plaas nie. 'n Geslote/oop sisteem is wanneer ten minste een oorsaaklikheid buite die sisteem op die sisteem inwerk. In Hoofstuk 2 het ek in besonderhede oor oop- en geslote sisteme uitgebrei. Ek het ook aangevoer dat lewende organismes oop- en komplekse sisteme is. So hoe word lewende organismes verduidelik met behulp van Aristoteles se vier oorsaaklikheidsverduidelikings tesame met Rosen se behelsingstrukture daarvan?

'n Lewende organisme, soos in besonderhede uitgebrei in Hoofstuk 2, is op so 'n wyse georganiseer dat die sisteem (lewende organisme) homself fabriseer. Die lewende organisme is in staat om homself te genereer en herstel wanneer nodig, soos byvoorbeeld die (M,R) -sisteem (Rosen 1991: 250). Anders as 'n verbrandingsenjien wat 'n mense-agent nodig het wat buite die sisteem lê om die verbrandingsenjien te herstel sou dit ophou funksioneer. 'n Self-fabriserende sisteem, soos 'n lewende organisme, is dus organisatories geslote (Mossio *et al* 2009: 822) omdat dit die nodige organisering het om homself te kan herstel en genereer. Rosen (1991) voer aan dat 'n "materiële sisteem slegs 'n organisme kan wees indien dit geslote tot effisiënte oorsaak is"⁴⁵ (244). Die effisiënte oorsaak waarvan Rosen (1991) praat sluit die formele oorsaak in, wat die orde van die organisasie behels. Om te beweer dat self-fabriserende sisteme organisatories geslote is, is dieselfde om aan te voer dat die sisteem geslote tot effisiënte- en formele oorsaak is⁴⁶. Die sisteem is egter steeds oop tot materiële oorsake. 'n Lewende organisme sal nie oorleef indien sy nie kos, water, suurstof en inligting uit haar omgewing ontvang nie; al hierdie elemente is materiële oorsake en waarvoor die sisteem oop is voor.

Hierdie verduideliking sluit ook aan by die termodinamiese onderskeid van sisteme. Volgens die termodinamiese onderskeid van sisteme is 'n sisteem oop indien dit energie en materie met sy omgewing wissel. Energie en materie is materiële oorsake wat versoen kan word met die verduideliking van die vier oorsaaklikhede en behelsingstrukture van self-fabriserende sisteme. Self-fabriserende sisteme is oop sisteme wat beteken dat dit ten minste een oorsaak, behalwe die effisiënte- en formele oorsaak, met sy omgewing vorm. Hierdie soort sisteme is dus slegs oop tot materiële- en finale oorsake, mits die finale oorsaak terselfdertyd 'n materiële oorsaak is. Soos wat die self-fabriserende sisteem materiële oorsake soos kos, water, suurstof en inligting vanuit sy omgewing kry, kan hy ook materiële oorsake bied aan die omgewing soos inligting, koolstofdiksied, energie en fekalië. Die vier

⁴⁵ Aanhaling in oorspronlike taal: "a material system is an organism if, and only if, it is closed to efficient causation"

⁴⁶ Rosen (1991) noem dat self-fabriserende sisteme geslote-tot-effisiënte oorsaak is, maar dit sluit ook in die formele oorsaak. Indien daar in die vervolg verwys word na 'geslote-tot-effisiënte oorsaak' dan sluit dit ook in dat die sisteem geslote-tot-formele oorsaak is.

oorsaaklikheidsverduidelikings tesame met die verduideliking van die behelsingstrukture gee 'n beter beskrywing van outopoiëtiese sisteme deurdat dit nie na 'n spesifieke grens, soos die mens se vel, verwys nie. Thompson (2007) maak dieselfde punt deur aan te voer:

Rosen's notion of being closed to efficient causation is thus analogous to Maturana and Valera's notion of organizational closure.

(143)

Hierdie soort verduideliking inkorporeer al die soorte verduidelikings soos outopoiësis, organisatories geslote, termodinamiese onderskeid en self-fabrisering sonder om te beweer wat dit *behoort* te wees. Dit *verduidelik* eerder verskillende soorte sisteme.

In Hoofstuk 2 het ek in besonderhede uitgebrei oor die idee van funksie. Aan die begin van die hoofstuk het ek genoem dat Aristoteles argumenteer vir *telos*; dat alles 'n doel het. Aristoteles verduidelik die *telos* van items ter sprake deur *telos* te verduidelik met behulp van die vier oorsaaklikhede, en waar die finale oorsaak die rede hoekom is vir die bestaan van die item. Die doel van hierdie tesis is om die verskil tussen die twee terme—doel en funksie—uit te wys en op die stadium blyk dit asof die twee versoenbaar met mekaar is. Tog is dit nie die geval nie en behels dit verskillende idees wat naby aan mekaar gekoppel word. Die verskil en ooreenkomste tussen die terme—finale oorsaak, funksie, doel en *telos*—kort egter nog uitbreiding.

3.3. Finale oorsaak, funksie, doel en *telos*

Om 'n goeie verduideliking te gee van 'n item ter sprake moet daar antwoorde verskaf word aan al vier die oorsaaklikheidsverduidelikings. Elke item/gebeurtenis/proses beskik oor 'n finale oorsaak. In hierdie afdeling gaan ek die verskil en ooreenkomste uitwys tussen die terme: finale oorsaak, funksie, doel en *telos*. In Hoofstuk 2 het ek uitgebrei oor die idee van funksie: dat 'n *aksie as funksie* beskou word as 'n effek. Die effek kan bepaal word deur óf die item uit die sisteem te verwyder waaraan dit deel vorm, óf die aksie wat die item uitvoer te wysig (Rosen 1991: 116). In hierdie hoofstuk is die finale oorsaak beskryf as die effek wat die

effisiënte oorsaak tesame met die formele oorsaak op die materiële oorsaak uitoefen (230). Daar kan dus afgelei word dat funksie en finale oorsaak een en dieselfde is. Hierdie ooreenkoms tussen funksie en finale oorsaak geld vir beide lewende organismes en voorwerpe/nie-lewende sisteme: die funksie en die finale oorsaak van die hart is om bloed te sirkuleer en my leesbril op 'n hoop papiere is om as 'n papiergewig te dien. Beide funksie en finale oorsaak is konteksgebonde. Indien die sisteem waaraan die item ter sprake deel vorm verander, dit wil sê die konteks en die organisering verander, kan die funksie moontlik ook verander. Indien die effisiënte-, formele- en/of die materiële oorsaak verander, kan die finale oorsaak ook moontlik verander, soos in besonderhede in die sub-opskrif 3.1 verduidelik het. Die vraag nou is: hoe pas doel in die bostaande prentjie?

Anders as funksie, inkorporeer doel die toekoms: doel beskou die toekoms, hede en verlede waar funksie slegs die hede en die verlede in ag neem. Daar is twee verskillende maniere hoe die idee van doel beskou word, naamlik 1) wanneer ons die doel van voorwerpe/nie-lewende sisteme beskou en 2) wanneer ons die doel van lewende organismes beskou. Wanneer *nie-lewende sisteme* in wording is, soos die standbeeld, is dit slegs 'n tydelike toestand. Aan die begin het die beeldhouer 'n bouplan van die standbeeld: die bouplan dien as 'n doel waarna die beeldhouer streef in die toekoms. Die beeldhouer sal dus die standbeeld vorm totdat die standbeeld se *doel/bouplan* in werklikheid bereik is: om die brandbestryders in herinnering te eer. Die vorming van 'n standbeeld is met ander woorde 'n teleologiese proses wat 'n einde in sig het (Human 2011: 215). Hierdie einde, of finale doel, is min of meer voorafbepaal deur die psigiese moontlikhede aanwesig by die beeldhouer (*ibid*). Die effisiënte- en/of formele oorsaak van 'n voorwerp/nie-lewende sisteem is ekstern, en word die finale oorsaak behels deur eksterne agente. Indien 'n verbrandingsenjien wanfunksioneer, het dit die mens nodig om dit te herstel. Wanneer *lewende organismes* ter sprake is, is die sisteem konstant in wording totdat dit sterf (nie-lewend). Dit is met ander woorde 'n doelgerigte sisteem en strewe die biologiese sisteem na volwassenheid. Thompson (2007) sit dit as volg uiteen:

... "intrinsic" in this naturalized account must be taken to mean *constitutive* and not *nonrelational*... Intrinsic purposiveness is a constitutive property of an autopoietic system, but it is an emergent property analyzable in terms of the

relational autopoietic organization. Given this line of reasoning, it might be better to call this sort of constitutive purposiveness *immanent purposiveness*. The thought here is that purposiveness is neither a nonrelational property of something internal to the system (as “intrinsic” can misleadingly suggest) nor a property determined by something outside the system (by something that transcends the system). Rather, purposiveness is a constitutive property the whole system possesses because of the way the system is organized.

(146)

Anders as voorwerpe/nie-lewende sisteme is die effisiënte- en formele oorsake intern tot die sisteem.

Die verskil tussen doel en funksie is die vlak van analise asook die tydsvorme wat in ag geneem word by elk. Funksie is 'n aksie wat in die natuurlike sisteem plaasvind in 'n sekere konteks. Terwyl doel die toekoms inkorporeer en beskou word as 'n formele sisteem van die toekoms wat se trajektorie vinniger kan hardloop as die natuurlike sisteem (Poli 2010a: 771). Doel is 'n model wat geskep word van die toekoms. Eers wanneer die lewende organisme die doel in werking stel en besluite en aksies daarvolgens neem het dit 'n effek op die natuurlike sisteem. Omdat ons hier te make het met komplekse- en oop sisteme (lewende organismes) is die effek egter nie voorspelbaar nie en bestaan die moontlikheid dat 1) die doel nie bereik word nie, 2) die doel slegs gedeeltelik bereik word, 3) die doel nog in wording is of 4) die doel bereik is. Om hierdie vier moontlikhede te kan bepaal kan ons funksie gebruik as maatstaf. 'n Spesifieke doel word dus beskou as 'n antisiperende model wat in die hede geskep word om beter en meer aanloklike sferes in die toekoms te bereik. Die doel stel nie die toekoms en die werklikheid insigself voor nie, maar is slegs 'n formele sisteem wat die toekoms in ag neem, dit wil sê 'n psigiese voorstelling. Dit is nie 'n aksie wat in die werklikheid uitgevoer word nie en kan daarom nie as 'n *aksie* as *funksie* beskou word nie. Dit wil sê die gekose model moet in wederkering wees met die natuurlike sisteem om so dus 'n funksie te vervul. Alhoewel ons doele skep wat 'n aksie is, het dit geen funksie/effek indien dit nie ook in wederkering met die natuurlike sisteem is nie. Sou ons 'n antisiperende model uit die sisteem verwyder dwaal die item net rond of loop teen 'n trajektorie waar geen nuutskepping plaasvind nie, soos 'n blaas wat op die water dryf. Die doel/antisiperende model se funksie is om beter en meer aanloklike sferes te bereik. Doel het 'n funksie, maar is nie funksie

insigsself nie daarom doel en funksie kan nie as sinonieme beskou word nie. 'n Doel is slegs 'n antisiperende model wat die item ter sprake skep om in die toekoms moontlik 'n sekere funksie in haar nabye omgewing te vervul, maar dit is nog nie daardie funksie nie.

Daar is met ander woorde 'n verskil in tydsvorme en 'n verskil in werklikheid tussen doel en funksie. Doel gaan die sisteem vooraf en kan homself en sy omgewing vooruitloop, terwyl die item ter sprake en sy nabye omgewing in terme van funksie op reële tyd beweeg. 'n Item ter sprake kan ook talryke antisiperende modelle skep wat nie van antisiperende modelle 'n aksie in die natuurlike sisteem maak nie. Eers wanneer die item ter sprake die beter antisiperende model kies in die natuurlike sisteem, soos om 'n dokter te word eerder as 'n vlieënier, het die antisiperende model 'n effek op die sisteem. Die invloed tussen die antisiperende model en die antisiperende sisteem word deur middel van uitwerkingskragte veroorsaak (Poli 2010a: 771). 'n Lewendige organisme hou altyd die toekoms in gedagte. Sodra die lewende organisme sy doel bereik ontsnap die toekoms en vorm die organismes nog 'n doel, hetsy dit om daardie huidige doel te onderhou of om 'n nuwe doel te skep. Indien die individu 'n antisiperende model skep hoe om die straat veilig oor te stap en sy het die straat veilig oorgestap, skep sy 'n ander antisiperende model om byvoorbeeld so vinnig as moontlik haar inkopies in die winkel te doen. Indien die individu 'n antisiperende model skep om 'n dokter te word, en sy maak haar eie mediese praktisyn oop om haar beroep te oefen, gaan sy aanhou antisiperende modelle skep om hierdie loopbaan te onderhou. Die toekoms word in die hede ingetrek en vorm deel van die gewoontes van die lewe. Die toekoms is met ander woorde nie iets tasbaars wat bereik kan word nie, en stop tyd en lewe nie wanneer die doel bereik is nie (indien moontlik). Elke situasie kom met nuwe uitdagings, veral vir die mens waar interaksies ryk en dinamies is, en moet die antisiperende sisteem haar besluite neem om haar doel te bereik, of om 'n nuwe doel te skep sou sy antisipeer dat haar huidige antisiperende model nie beter en aanloklike sferes meer inhou nie.

'n Antisiperende model kan ook insigsself beskou word as 'n komplekse- en oop sisteem. Produksie reëls en die organisering van die sisteem (effisiënte- en formele

oorsake) tesame werk in op die inligting (materiële oorsaak) wat tot beskikking is en vorm so 'n antisiperende model (finale oorsaak). Die model is geslote-tot-effisiënte oorsake maar is oop-tot-materiële oorsake en maak van die antisiperende model aanpasbaar/opdateerbaar. In hierdie sin is daar altyd nog 'n stel van oorsaaklikhede wat op die model uitgeoefen kan word, spesifiek materiële oorsake. 'n Antisiperende model, soos byvoorbeeld vrees, vorm verder deel van ander antisiperende modelle, soos hoop en strategie⁴⁷, wat 'n komplekse- en oop netwerk van inligting vorm. Doel, wanneer lewende organismes ter sprake is, is 'n model/formele sisteem wat intern tot die sisteem is. Terwyl doel by voorwerpe/nie-lewende sisteme deel vorm van die effisiënte en/of formele oorsaak wat ekstern tot die sisteem is. Ons kan die beeldhouer afvra wat die doel van die standbeeld is, maar is dit vreemd om af te vra wat die doel van heuningbye is, sonder om dit te vermenslik. Ons het nie toegang tot die antisiperende modelle van 'n heuningby nie, daarom kan ons nie sy doel afvra nie, maar kan ons sy funksie bepaal deur die effek wat die heuningby op die omgewing het.

Wat Aristoteles se idee oor finale doel, met ander woorde *telos*, anders maak as wat hierbo beskryf word, is dat hy fokus op 'n meta-antisiperende model. Vir Aristoteles is daar een primêre doel waarna alle dinge streef en wat die goeie is. Die goeie vir die mens, volgens Aristoteles (1975), is *eudamonia* (1097a30). Hierdie model is die einddoel wat geskep word en waar daar geen verdere vrae op die hoekom-vraag gevra kan word nie. Hierdie model word nie as 'n middel tot 'n verdere doel gebruik nie (daarom einddoel).

Since there are evidently more than one end, and we choose some of these (e.g. wealth, flutes, and in general instruments) for the sake of something else, clearly not all ends are final ends; but the chief good is evidently something final. Therefore, if there is only one final end, this will be what we are seeking, and if there are more than one, the most final of these will be what we are seeking... we call final without qualification that which is always desirable in itself and never for the sake of something else.

(1097a25)

⁴⁷ Poli, R. 2014a. Anticipation: complexity and the future. *A joint colloquium organized by the Centre for Studies in Complexity and the Association of Professional Futurist*. Stellenbosch: Stellenbosch Institute for Advance Studies.

Aristoteles noem dat *eudamonia* egter van mens tot mens verskil en self binne die leeftyd van een mens: vir een persoon mag dit dalk rykdom wees, vir 'n ander dalk eer; op 'n sekere tyd van 'n persoon se lewe mag *eudamonia* dalk gesondheid beteken as sy siek is en op 'n ander tyd rykdom wanneer sy arm is (1095a25). Norman (1998) voeg by dat wanneer Aristoteles beweer dat *eudamonia* die hoogste goed is, beteken dit die mens se eie *eudamonia* (31). Tog moet *eudamonia* nie beskou word as suiwer subjektief en kan ek ander gebruik as middel tot hierdie doel nie, maar eerder dat ons relasies tot ander *samestellings* van ons eie *eudamonia* is (*ibid*). Die goeie/*eudamonia* het so baie betekenissoos wat wese het en kan dit nie as universeel teenwoordig in alle gevalle en in enkelvoud beskou word nie; anders sou dit nie 'n eienskap wees in alle kategorieë nie maar slegs is een (Aristotle 1975: 1096a20).

... [F]or it is predicated both in the category of substance, as of God and of reason, and in quality, i.e. of the virtues, and in quantity, i.e. of that which is moderate, and in relation, i.e. of the useful, and in time, i.e. of the right opportunity, and in place, i.e. of the right locality and the like...

(*ibid*)

Aristoteles stel slegs riglyne voor hoe *eudamonia* bereik kan word en dit is om 'n deugsame mens te word en hierdie eienskappe te onderhou. Volgens Aristoteles (1975) is die goeie 'n aktiwiteit van die siel en streef na uitmuntendheid, maar in die selfde asem moet ons uitmuntendheid beskou in 'n persoon se volle lewe aangesien een swaweltjie geen somer maak nie (1098a15), daarom is *eudamonia* selfonderhoudend en nie tydelik nie. Omdat *telos* iets is om na te strewe, dit wil sê dit is nog nie gerealiseer in 'n hede nie, en ook omdat dit die toekoms behels argumenteer ek dat *telos* nie beskou kan word as 'n finale oorsaak/funksie nie. *Telos*, soos ander doele, is 'n antisiperende model wat die toekoms in ag neem. Dit is met ander woorde 'n formele sisteem wat los is van die wette van die natuurlike sisteem: sy kan talryke teenstrydige modelle skep en eers wanneer dit in die natuurlike sisteem toegepas word moet sy kies tussen die modelle. Rosen (1991), en ook Poli (2009), fokus op die pluraliteit van doele, en nie slegs een einddoel nie. Hieroor gaan ek meer in die volgende hoofstuk uitbrei.

GEVOLGTREKKING

Funksionele verduidelikings is nie losstaande van 'n konteks waarin interaksie plaasvind nie. 'n Item ter sprake moet in wederkering met ander komponente wees om 'n funksie te kan vervul. In hierdie hoofstuk het ek weer hierdie punt beklemtoon deur Rosen (1991) se uitbreiding oor behelsingstrukture met behulp van Aristoteles se vier oorsaaklikheidsverduidelikings. Rosen (1991) het Aristoteles se vier oorsaaklikheidsverduidelikings gekarteer om nie net voorwerpe soos 'n huis of 'n standbeeld te verduidelik nie, maar ook lewende organismes. Hierdie formele sisteem—die vier oorsaaklikheidsverduidelikings en hulle behelsingstrukture—het ek aangevoer dat dit 'n beter verduideliking bied vir outopoiëtiese-, self-fabriserende- en dissipatiewe strukture. Dit verduidelik egter al drie hierdie verduidelikings (en ook onder die termodinamiese onderskeid) meer eenvoudig sonder om van die komplekse- en oop sisteem kwaliteite uit te skakel, of om na 'n tipe grens te verwys of om vaag te wees oor wat presies organisatories geslote sisteme behels. Nog 'n bydrae van hierdie verduideliking is dat dit verduidelik wat lewe is. Lewe kan slegs toegeken word aan 'n sisteem wat geslote-tot-effisiënte oorsake is maar wat oop-vir-materiële oorsake is; al die effisiënte- en formele oorsake vind dus intern tot die sisteem plaas en is in staat om die sisteem te fabriseer. Self-fabrisering is die funksie van 'n lewende organisme, as biologiese sisteem, in sy geheel. Rosen (1991) se doel in sy skrywe was om die biologiese funksie van lewende organismes te verduidelik en ook om te verduidelik wat bedoel word met 'lewe'. Sy skrywe verduidelik slegs biologiese sisteme en is sy werke egter beperk hierin. Tog het ek voorbeelde gebruik van voorwerpe/nie-lewende sisteme wat ook hierdie verduideliking van Rosen oor funksie kan staaf. Daarom voer ek aan dat die funksie van voorwerpe/nie-lewende sisteme ook deur die relasionelebiologiebenadering verduidelik kan word.

Volgens Rosen (1991) is funksie en finale oorsaak dieselfde en wat die effek is van wederkering tussen die item ter sprake en sy nabye omgewing. Hierdie effek kan slegs binne 'n konteks plaasvind en bepaal word. Die enigste tydsvorme betrokke is die verlede en die hede. Aristoteles argumenteer dat die finale oorsaak van die mens byvoorbeeld *eudamonia* is en dat die mens hierna moet streef. Aristoteles se idee

van finale oorsaak, in hierdie spesifieke geval, sluit die toekoms is: die *strewe* na *eudamonia*. Hierdie verduideliking is anders as byvoorbeeld die verduideliking oor die brons standbeeld. Die finale oorsaak, soos wat Aristoteles in die voorbeeld oor die mens aanvoer, vind nog nie plaas in 'n bepaalde konteks nie en daarom ook nog nie gerealiseer nie. Hy gebruik die idee van die toekoms en beweer waarnatoe die mens moet streef. *Eudamonia* is dus 'n *toekomstige funksie* van die mens wat geskep word; dit is nog nie 'n funksie nie, maar eerder 'n *doel* wat gestel word om 'n sekere funksie in die toekoms te vervul. Eers wanneer *eudamonia* bereik is, kan dit beskou word as 'n funksie en indien dit onder Rosen (1991) se voorvereistes val uiteengesit in Hoofstuk 2. 'n Onderskeid moet dus gemaak word wanneer ons praat van finale oorsake: indien 'n item ter sprake in die natuurlike sisteem binne 'n bepaalde konteks 'n funksie *vervul* word dit beskou as 'n finale oorsaak en wanneer 'n item ter sprake daarna *streef* om 'n bepaalde doel ('n toekomstige funksie) te bereik word dit beskou as 'n toekomstige finale oorsaak. Soos ons strewe om 'n bepaalde toekomstige funksie te bereik, met ander woorde ons stel 'n doel, kan funksies, dit wil sê dit wat werklik in die natuurlike sisteem binne 'n sekere konteks vervul word, as 'n maatstaf gebruik word om te bepaal hoe ver ons nog van ons doel/toekomstige funksie is. Toekomstige funksies/finale oorsake is nog nie funksies/finale oorsake nie, maar is eerder 'n strewe na 'n voorafgestelde funksie ('n model van 'n toekomstige funksie) wat as 'n doel beskou word. Ons gebruik met ander woorde doel/formele sisteme om bepaalde funksies te kan bereik in die toekoms.

Poli fokus slegs op die verduideliking van doel en word dit in besonderhede in Hoofstuk 4 verduidelik. Die rede vir hierdie verduideliking en uitbreiding van doel is om te staaf hoe moeilik dit is om hierdie toekomstige finale oorsaak/funksie, dit wil sê doel, te bereik. Die skepping van doele (formele sisteme) is deel van 'n komplekse- en oop sisteem van inligting en wat inwerk op die komplekse- en oop natuurlike sisteem deur uitwerkingskragte (Poli 2010a: 771). Poli (2012) gebruik ook Aristoteles se vier oorsaaklikheidsverduidelikings om aan te voer dat die sisteem wat doele skep ook kompleks- en oop is (127). Hierdie sisteem noem hy 'n antisiperende sisteem, en kategoriseer doel, dit wil sê die gekose doel wat as model gebruik word om die hede in te tree, as 'n antisiperende model, tesame met ander konsepte (soos strategie) wat almal die toekoms in ag neem. Die antisiperende sisteem skep 'n

huidige model van die toekoms en wat in die hede die funksie vervul om meer aanloklike sferes te bereik⁴⁸. Antisiperende sisteme gebruik die idee van die toekoms en word dit beskou as 'n formele sisteem en nie 'n natuurlike sisteem nie omdat nog net 'n psigiese voorstelling is. Hierdie modelle moet nog gerealiseer word in die hede. Antisiperende sisteme is formele sisteme van die toekoms en beskik oor sy eie stel(le) van vier oorsaaklikheidsverduidelikings. Antisiperende-/formele sisteme is belangrik in die bedryf van oorsaaklikhede in die natuurlike sisteem, en wat Poli se werk van nut is in die verduideliking daarvan.

In 'n ander boek, naamlik *Anticipatory systems: philosophical, mathematical, and methodological foundations* (2012), brei Rosen uit oor die idee van antisiprasie. Rosen se uitbreiding oor antisiprasie is baie tegnies en daarom gaan ek Roberto Poli se idees oor antisiprasie beskryf wat uitgebrei het op Rosen se idees. Twee hoofkenmerke wat lewende organismes van nie-lewende sisteme onderskei, naamlik self-fabrisering en antisiprasie, gaan ek in hierdie tesis op fokus. Alhoewel kunsmatige intelligensie kan antisipeer, kan die masjien ditself nie fabriseer nie. Anders as funksie inkorporeer doel die idee van die toekoms. Die antisiperende sisteem, soos die metabolisme of die mens insigself, skep 'n model van die toekoms in die huidige situasie/konteks waarin sy haarself bevind. Hierdie doel vervul die funksie om keuses in die hede te maak om hopelik beter en aanloklike sferes in die toekoms te kan bereik. Alhoewel ek reeds die begrip doel en *telos* aan die leser bekend gemaak het in hierdie hoofstuk, gaan ek verder hierdie twee terme ondersoek in die volgende hoofstuk oor *antisiprasie*. Ek gebruik die term antisiprasie as sambreelterm vir modelle wat geskep word om die toekoms in te tree, soos byvoorbeeld: doel, teorie, vrees, hoop, geloof⁴⁹ ens. Die begrip antisiprasie kan ons bystaan om die gewoontes van die lewe te kweek wat 'n ander gesigspunt as funksie is wat lewe insigself verduidelik. Terwyl funksie ons kan bystaan om lewe te verduidelik en te beskryf, en ook as maatstaf gebruik kan word om te bepaal hoe ver

⁴⁸ Hierdie is 'n algemene beskrywing van die funksie van antisiperende modelle; die soort antisiperende model en die konteks waarin die entiteit haarself bevind sal kan bepaal wat die spesifieke aanloklike sfer(e) is.

⁴⁹ Poli, R. 2014a. Anticipation: complexity and the future. *A joint colloquium organized by the Centre for Studies in Complexity and the Association of Professional Futurist*. Stellenbosch: Stellenbosch Institute for Advanced Studies.

ons van ons toekomstige funksie is, kan doel/antisipatie ons bystaan om die *gewoontes van die lewe* te verduidelik; dit wil sê dit wat betekenis aan die lewe gee.

Die mens is nie slegs 'n self-fabriserende organisering van 'n lewende sisteem nie, maar die mens is ook kognitief (Thompson 2007: 124). Dit verwys na die “gedrag of optrede van 'n sisteem in relasie tot sy omgewing⁵⁰” (*ibid*). Die kognitiewe vaardigheid van 'n sisteem is baie belangrik, veral in die skep van antisiperende modelle; dit wil sê om oor die vermoë te beskik om suksesvol die moontlike gedrag van die entiteit en sy omgewing te kan antisipeer. 'n Paar faktore wat kan verhoed dat 'n antisiperende sisteem suksesvol 'n antisiperende model kan skep word veral in Hoofstuk 4.2 genoem. Tog is die mens ook meer as net 'n self-fabriserende- en 'n kognitiewe sisteem, maar is sy ook fenomenologies (129). Die mens is “nie slegs organisatories, of funksioneel of gedragsgeïntereerd nie, maar ook fenomenologies” (*ibid*). Dit behels die mens as “subjek en die ervaringsaspekte van die verstandelike lewe en ook die kognitiewe aspekte⁵¹” (*ibid*). Hierop gaan daar veral aan die einde van Hoofstuk 4 gefokus en uitgebrei word. Die metafoor van die horison, uiteengesit deur Van Peursen (1972), en Derrida (1997) se beskrywing van die *aporias*, kan ons bystaan in die verstaan van die mens en haar posisie in 'n onseker wêreld.

⁵⁰ Aanhaling in oorspronklike taal: “...behaviour or conduct of a system in relation to its environment”.

⁵¹ Aanhaling in oorspronklike taal: “...subject and experiential aspects of mental life as well as the cognitive aspects”.

HOOFSTUK 4 : Doel as 'n antisiperende model

INLEIDING

'n Doel wat geskep word inkorporeer die *idee van die toekoms*. Die toekoms is nie iets tasbaars wat 'n direkte invloed op die entiteit nie het. Die entiteit werk slegs met die idee van die toekoms en dit vind plaas in die hede. Sy kan ook 'n hele paar moontlike toekomste skep wat teenstrydig met mekaar is. Dit is slegs moontlik omdat doel 'n formele sisteem is en nog nie toegepas is op die natuurlike sisteem nie; doel is met ander woorde nie 'n aksie wat plaasvind in die natuurlike sisteem nie en wat dit verskillend maak as die begrip funksie. Hierdie hoofstuk worstel verder met die idee van doel en brei uit op die idee van die toekoms. In hierdie hoofstuk gaan ek veral fokus op die mens en die doel wat sy skep.

Die mens is beperk tot die posisie en ervaringsveld waarin sy haarself bevind. Nie alles is bekend tot die entiteit nie. Anders gestel: die heelal en sy veelvuldige dinamiese interaksies is nie saamgevat in een entiteit nie, maar is die entiteit slegs deel daarvan. Wat vir die entiteit sin maak of betekenisvol is, is eie aan haar. Sy skep modelle van die werklikheid en die toekoms, en baken inligting af wat sy betekenisvol vind. Hierdie modelle wat sy skep is slegs modelle en is nie die werklikheid met sy menigte komponente en interaksies self nie. Sy probeer dus 'n formele sisteem skep van 'n natuurlike sisteem. Hierdie proses van afbakening word die *proses van raming* (Cilliers 2005: 4) genoem. In hierdie hoofstuk gaan ek uitbrei oor die verskillende benaderings tot modelle. Ek sal argumenteer vir 'n verstaan van modelle uit die oogpunt van kompleksiteitsdenkers wat argumenteer dat dit wat buite die proses van raming is nie as geraas beskou kan word nie. Dit verwag van ons om beskeie te wees oor die modelle wat ons skep aangesien ons nie alles in ag kan neem nie, en dit wat nie in ag geneem is nie—dit wat buite die formele sisteem lê—het steeds 'n invloed op die natuurlike sisteem. Die formele sisteem is egter beperk en stel nie die natuurlike sisteem in sy geheel voor nie. Beter modelle kan egter geskep word, maar steeds is dit 'n model en stel nie die werklikheid self voor nie.

Nog 'n soort model wat entiteite skep is om te voorsien wat moontlik in die toekoms kan gebeur. Hierdie soort model word 'n *antisiperende model* genoem. 'n Sisteem wat kan antisipeer word 'n antisiperende sisteem genoem, soos ingelei in die vorige hoofstuk. Ek gaan uitbrei oor Roberto Poli se verstaan van antisiperende modelle. Daar bestaan ook verskillende soorte antisiperende modelle, elk wat die toekoms in gedagte hou. Een so 'n soort model is 'n doel wat geskep word. 'n Antisiperende sisteem is 'n komplekse- en oop sisteem van inligting wat antisiperende modelle vorm soos doel, vrees, strategie, geloof⁵² ens. Poli se siening beskou die toekoms as *kategoriees oop*: die toekoms word gekoppel aan die term 'moontlikheid' maar is beperk tot die entiteit se posisie in die wêreld en haar ervaringsveld (Poli 2009: 3). Die toekoms, vir Poli, kan slegs geantisipeer word en is nie vas nie. Die toekoms is nie iets tasbaars wat 'n direkte invloed op die entiteit uitoefen nie. Die entiteit skep eerder huidige modelle van die toekoms: ons trek dus die toekoms in die hede (Poli 2014b: 9) en maak ons besluite in die hede om meer aanloklike sferes in die toekoms te bereik.

Die toekoms kan nie voorspel word nie. Daar is geen sekerheid dat die aksies en besluite wat die entiteit neem 'n sekere toekoms gaan verseker nie. Tog is dit feitlik onmoontlik om te dink sonder om die toekoms en die verlede in ag te neem (Cilliers 2005: 122). Die onsekerheid van die toekoms maak van ons mense wat voortdurend keuses maak op grond van die onsekerheid. Dit is wanneer besluite en aksies werklik etiese besluite en aksies is; wanneer geen rekenmasjien vir die entiteit die besluite kan neem of voorspel watter aksies om te neem nie. Die mens tree as 'n regter op, wat in elke situasie 'n beslissing moet herskep (Derrida 1997: 137) en dit is wanneer ons modelle nie goedgenoeg en ons kan help nie. Deur nuwe beslissings te skep moet die antisiperende sisteem ook oop wees vir die onmoontlike.

⁵² Poli, R. 2014a. Anticipation: complexity and the future. *A joint colloquium organized by the Centre for Studies in Complexity and the Association of Professional Futurist*. Stellenbosch: Stellenbosch Institute for Advanced Studies.

4.1. Die proses van raming

Om 'n oop sisteem in sy kompleksiteit te ontleed is 'n onmoontlike taak. Navorsing insigself is 'n goeie voorbeeld. Indien 'n sielkundige 'n HIV/Vigs besmette ouerpaar en die impak daarvan op hul kinders wil navors, is die groot vraag watter inligting sal die sielkundige gebruik en watter inligting sal uit die studie weggelaat word. Die sielkundige kan die navorsing beperk deur slegs op ouers wat in Suid-Afrika en meer spesifiek, in die Wes-Kaap woon, te fokus. Sal dit beter wees vir die studie indien die navorsing slegs op besmette ouers fokus, of moet onbesmette ouerpare in die navorsing ingesluit en vergelyk word? Moet die navorsing die stigmatisering van die ouers en kinders wat onkundig omtrent die virus is, insluit? Wat van die invloed op 'n leerder as haar mede-skoliere uitvind haar ouers het HIV/Vigs? Hoeveel navorsing omtrent die virus self word benodig? Watter rol speel die regering, die hospitale en dokters? Hoe ver in die geskiedenis van HIV/Vigs moet die sielkundige delf ten einde 'n deeglike bespreking daarvan te formuleer? In meeste gevalle sal die sielkundige haar navorsing slegs op 'n paar van die bogenoemde vrae baseer of miskien nie elke vraag in diepte navors nie. Al die bogenoemde vrae is interessant en relevant tot die studie oor HIV/Vigs maar vir praktiese redes word sommige van hierdie vrae geïgnoreer. Die sielkundige moet in ag neem dat daardie vrae wat geïgnoreer is, met ander woorde die vrae wat nie geantwoord is nie, steeds relevant is om 'n deeglike studie aangaande HIV/Vigs te doen en is haar navorsing nie absoluut nie. Behalwe vir die sielkundige se eie perspektief speel die werklikheid ook 'n rol om grense te skep. Die werklikheid skep ook sy eie grense en dinge word in 'n konteks bevind. Die navorser maak dan sin van daardie konteks en wat haar eie gesigspunt inhoud. Op 'n ander manier beskou: jou navorsing/gesigspunt is slegs 'n model van die werklikheid. Verskillende houdings is ook aangeneem in terme van modelle waarvan die twee vernaamste benaderings die reduksionisme en die holistiese siening is.

Hierdie twee vernaamste sieninge neem 'n besliste houding aan dat modelle die werklikheid kan weerspieël, waarvan die een fokus op die dele en die ander een op die geheel onderskeidelik. Ek sal aanvoer dat beide hierdie houdinge die beperktheid van hulle modelle verontagsaam en maak dat dit 'n gewelddadige houding teenoor die werklikheid is wat hulle afgewaterde modelle beskou as die

werklikheid, spesifiek as komplekse sisteme betrokke is. Hierdie twee sieninge beskou hulle modelle as verteenwoordigend van realiteit en neem nie die beperking van modelle in ag nie. Ek stel 'n meer beskeie houding tot die modellering van komplekse sisteme voor wat genoem word die *proses van raming* ("framing") (Cilliers 2005: 4) onder die kompleksiteitsdenkers. Hierdie houding is beskeie deurdat dit die beperkinge van die model in ag neem en modelle beskou as slegs modelle en nie die werklikheid self nie. Nie slegs is kompleksiteitsdenkers beskeie oor inligting wat hulle buite hulle studie/model laat nie, maar ook krities oor hul eie model wat hulle skep om die komplekse sisteem te probeer verstaan. Soos Woermann *et al* (2012) noem:

... where the critical attitude amounts to both the recognition of, and engagement with, the limits of knowledge.

(448)

Poli (2013b) beskryf ook modelle wat ons skep van komplekse sisteme as volg:

[c]omplex systems... are such that they are never fully graspable by any model whatsoever: models of them – even in principle – are always incomplete and diverge over time.

(144)

'n Model is altyd *voorlopig* en word nie beskou as die waarheid of die maksimale model nie.

Volgens *reduksionisme* ("reductionism") is dit 'n onbegonne taak om die wêreld in geheel te verstaan en daarom word dit in kleiner, meer verstaanbare breukdele uiteengesit. Hierdie kleiner dele kan volgens reduksionisme daarna weer aan mekaar gelas word ten einde die wêreld in geheel te begryp, soos om 'n legkaart te bou. Volgens reduksionisme sal hierdie dele wat geskei is van mekaar weer gelas kan word en net so weer die geheel vorm. Chu *et al* (2003) verduidelik dit as volg:

[a]nother element that is tightly woven into a Platonist/Galileian paradigm is the idea that natural systems can be separated into a relatively simple essence plus irrelevant perturbation or 'friction'. The latter acts like a curtain to hide the basic principles of nature's working. It is the craftsmanship of a good

scientist and modeller to be able to separate those components and to see the simple principles that guide natural phenomena.

(21)

Deur 'n reduksionistiese lens beskou, kan die wêreld verstaan word deur kleiner dele daarvan te bestudeer en waar te neem en na afloop daarvan kan dit weer aanmekaar gesit word. Die onderliggende basiese beginsels moet gekenmerk word en sodoende sal dit aan ons antwoorde verskaf ten einde die wêreld as 'n geheel te verstaan. Dele word in afsondering bestudeer en die beginsels wat onderliggend aan die dele is sal genoeg wees om die sisteem in sy totaliteit te verstaan. Volgens reduksionisme kan 'n goeie model tot so 'n mate bystand aan ons verleen dat ons die sisteem in geheel verstaan, kan voorspel en dit selfs beheer (Cilliers *et al* 2013: 3) of manipuleer. Alhoewel reduksionisme interessante en belangrike onthullings tot gevolg gehad het, is die benadering nie beskeie in sy 'antwoorde' nie. Dit maak dit tog moontlik om probleme op te los of om iets te verstaan, maar slegs in sekere gevalle en kan die moontlikheid van 'n verkeerde oplossing of begrip nie buite reken gelaat word nie. Reduksionisme kan byvoorbeeld antwoorde bied op die verstaan van 'n verbrandingsenjien, maar nie die brein nie. Tog die probleem of verstaan van iets in bevraagteken raak meer hanteerbaar wanneer sommige aspekte weggelaat word (Human 2011: 15), maar dit is juis hierdie weggelate dele en interaksies wat 'n verdere impak op die sisteem het en deur middel hiervan ook die bevindinge beïnvloed. Reduksionisme geskied op twee maniere. Die een behels om verhoudings af te breek (streng reduksionisme) en hiervolgens word die item ter sprake in afsondering bestudeer; Morin (2008) argumenteer dat dit die transformasie effekte op die dele bloot ignoreer (100). Die ander manier vereenvoudig komplekse verhoudings (verdunde reduksionisme) en word 'n sisteem slegs beskryf deur eenvoudige aksies en reaksies (*ibid*).

Een van die grootste probleme met streng reduksionisme, as oop- en komplekse sisteme ter sprake is, is dat dele afgebaken en in afsondering bestudeer word, wat veroorsaak dat die wisselwerking tussen die verskillende dele, en die dele met die geheel, nie in ag geneem word nie (interaksies wat belangrik is en nie in afsondering bestudeer kan word nie). Wanneer die geheel tot dele omvorm word, is dit waarna 'n

mens eintlik op soek is vernietig (Cilliers 2005: 2). Dit neem ook nie die geheel in ag nie. Laszlo (1996) beklemtoon dit wanneer hy huldig:

[t]he specialist looks at carefully isolated phenomena: he is interested in how one thing affects another. He can compute the effect by looking at things as separate facts connected by some causal or correlative relationship... But there is one thing such knowledge cannot tell us, and that is how a number of different things act together when exposed to a number of different influences at the same time. And almost everything we encounter around us contains a large number of different things and is exposed to a number of different influences.

(3)

Reduksionisme neem slegs die item ter sprake in ag (streng reduksionisme) of miskien die wisselwerking van die item ter sprake met net 'n paar interaksies (verdunde reduksionisme), maar dit bring nie alle vorme van interaksie binne berekening nie. Streng reduksionisme sal net die item ter sprake beskou en die onderliggende grondbeginsels van die item vind. Die wederkerendheid tussen die item ter sprake en sy nabye omgewing word weggelaat. Of dit sal beweer dat die item ter sprake 'n ander element beïnvloed deur een of ander oorsaaklikheid wat maklik is om te kan bepaal. Eienskappe soos wederkerendheid, ryk en dinamiese interaksies en nielineariteit word nie in ag geneem nie.

Verdunde reduksionisme neem egter hierdie eienskappe in ag maar bepaal die waarnemer, haar doel en haar posisie, waar die grense van die item ter sprake en sy interaksie met sy nabye omgewing lê (Cilliers 2005: 3). Daar is heelwat interaksies wat met ander woorde weggelaat word en dit maak inbraak daarop om 'n beter begrip van 'n item ter sprake aan te kweek. Die keuse tussen hierdie twee sieninge van reduksionisme berus op die soort ondersoek wat ingestel word, die item ter sprake asook die posisie van die waarnemer. Sou die waarnemer egter met komplekse sisteme te make het dan sal streng reduksionisme die verkeerde benadering wees aangesien interrelasies een van die groot eienskappe is van komplekse sisteme en streng reduksionisme juis wegmaak van interrelasies.

One cannot simply 'cut-up' complex systems in order to understand them, since what is of interest is the dynamic, local interrelations that exist between

the parts of a complex system, and which give rise to emergent phenomena (which are often not reducible to base laws).

(Woermann *et al* 2012: 449)

'n Toepaslike voorbeeld van die emergerende fenomeen is lewe: die dele van 'n sel het nie die eienskap van lewe nie, maar is dit slegs die eienskap van die sel in sy geheel as gevolg van die interne funksies van die dele wat self-fabrisering veroorsaak en dus lewe. Geen enkele deel in afsondering gaan die eienskap van lewe verduidelik nie, maar slegs die interrelasies van die dele met die geheel. Indien ons met komplekse sisteme te make het, is verdunde reduksionisme egter onvermydelik. Ons kan nie alle interaksies in ag neem nie en daarom is verdunde reduksionisme, wat net 'n paar interaksies in ag neem, onontkombaar. Tog sal kompleksiteitsdenkers beskeie wees deur in ag te neem dat dit wat weggelaat word nie geïgnoreer of as geraas beskou word nie en krities wees oor die model wat hulle geskep het.

'n Ander paradigma genaamd *holisme* ("holism"), is omgekeerd van die reduksionistiese siening. Denkers onder die holistiese siening beweer dat ons slegs kennis van die item ter sprake kan verkry mits die geheel in ag geneem word, anders as die denkers onder streng reduksionistiese benadering wat redeneer dat die dele in afsondering bestudeer moet word. Hierdie siening het tekortkominge aangesien dit nie 'n omvattende verduideliking verskaf van wat bedoel word wanneer daar na die geheel verwys word nie. Human (2011) sit dit as volg uiteen:

[a]part from being quite vague as to what exactly constitutes the whole, attempts at holism often lead to some form of mysticism which makes taking action in the world difficult as the whole takes on incomprehensible dimensions. A shortcoming of the holistic approach is that it is difficult to answer the question as to what exactly the whole *is*. Although providing an important critique of the reductionist model, the holistic approach makes similar mistakes to reductionism. Both assume that we have unmediated access to the objects we study and we can therefore easily study either the part or the whole. Both assume that the whole can be easily separated from its environment.

(11)

Holisme doen 'n soort omgekeerde reduksionisme deurdat dit die parte/komponente wil reduseer en vereenvoudig tot die *geheel* (Morin 1992: 372). Dit probeer met ander woorde om alle interrelasies te vereenvoudig tot die idee van 'n totaliteit, waar dit eerder 'n vraag moet wees oor die sameloop van interaksies tussen die dele met die geheel (*ibid*). Indien die geheel vereenvoudig word, word die verskil in elke deel/komponent geïgnoreer asook die interrelasies en organisering van die geheel (376). Soos in Hoofstuk 2 in besonderhede verduidelik is, is die geheel 'n dinamiese organisasie (374): die geheel kan eienskappe besit wat nie een van die dele oor beskik nie en die dele kan oor eienskappe besit wat nie die geheel oor beskik nie. Die geheel kan eienskappe verloor of bekom en so ook die dele. Dit kan met ander woorde verander of transformeer. Radikale transformasie van 'n organisasie is ook moontlik: 'n ruspe kan in 'n papie transformeer en die papie weer in 'n mot/skoenlapper. Die geheel is nie 'n konstante en onbuigsame organisasie nie, en kan nie vereenvoudig word tot 'n vaste totaliteit, soos holisme voorgee, nie. So hoe bestudeer ons komplekse sisteme? Aangesien beide streng reduksionisme en holisme nie beskeie 'antwoorde' op ons vrae bied nie.

Kompleksiteitsdenke daarenteen is beskeie en argumenteer dat alhoewel streng reduksionisme en holisme sommige antwoorde oor die dele en geheel kan bied, dit nie helderheid aan alle aspekte van komplekse sisteme kan verleen nie: dit neem nie die komplekse interaksie tussen die deel en die omgewing en die invloed wat beide op mekaar het in ag nie. Chu *et al* (2003) verduidelik komplekse sisteme deur die gebruik van die twee konsepte *radikale oopheid* ("radical openness") (23) en *kontekstualiteit* ("contextuality") (25). Hulle beskryf radikale oopheid as:

...a direct consequence of the richness in the connections between real systems and their *ambiance*⁵³. The radical openness is reducible if the *ambiance* interaction can, for specific modelling purposes (especially on specific spatial and temporal scales) be internalized (sinks [output] and sources [input]) by some choice in system boundaries. An important case of irreducible radical openness are systems that transform their *ambiance* and are transformed by it on a relevant temporal scale.

(24)

⁵³ "Ambiance" verwys na die omgewing, soos ek dit sover beskryf het, waarin die sisteem ditself bevind.

Alhoewel die leesbril en sy nabye omgewing mekaar beïnvloed is hierdie voorbeeld/sisteem herleibaar en kan dit gemodeleer word omdat hierdie voorbeeld maklik deur invoer (“sources”) en uitvoer (“sinks”) voorgestel kan word, soos meeste nie-lewende organismes. Die keuse tussen die sisteem se grense (of op my neus, of op ’n hoop papiere) is maklik afleibaar—omdat die posisie van die leesbril nie beide van die spasies kan inneem nie—en kan die omgewing verinnerlik word in die model (die omgewing word ingetrek in die model). Komplekse sisteme soos lewende organismes is egter onherleibaar in terme van invoer en uitvoer nie, en skiet ons modelle tekort. Radikale oopheid skep dus ’n probleem vir die modeleerder van komplekse sisteme.

Saam met die probleem van radikale oopheid skep *kontekstualiteit* ook ’n probleem vir die modeleerder; ’n sisteem is kontekstueel “wanneer ’n element of meer van die sisteem ook betrokke is in ’n ander sisteem(e) of wanneer die sisteem self ’n gedeelde element is van een of meer sisteme⁵⁴” (25). Verder is ’n sisteem kontekstueel wanneer “hierdie gedeelde elemente in ander sisteme deelneem in oorsaaklikheidsprosesse verskillend van die oorsaaklikheidsprosesse in die oorspronklike sisteem⁵⁵” (*ibid*). Dit beteken dat:

...[i]n real systems contextuality manifests itself often through the fact that its elements play multiple roles, fulfilling several functions across the boundaries of systems.

(*ibid*)

Die leesbril, in my voorbeeld geskets, beskik oor twee aspekte naamlik visie en gewig. Soos reeds geargumenteer en wat ook deur Chu *et al* (2003) beklemtoon word, is die vraag aan die modeleerder of die spesifieke aspekte wat sy gekies het vir haar model genoegsaam en voldoende is om al die gevolge wat dit mag veroorsaak te verstaan (26). Die aspekte van die leesbril kon maklik gekies word

⁵⁴ Aanhaling in oorspronklike taal: “...if it includes one or more elements that also occur in a different system(s) or if it is itself a shared element between more than one system”.

⁵⁵ Aanhaling in oorspronklike taal: “In this other system(s) the shared elements take part in causal processes different from those included in the original system”.

weens die herleibaar van sy invoer en uitvoer, maar die keuse van aspekte en grense van 'n lewende organisme is onherleibaar en word die grense bepaal deur die posisie en vraag van die modeleerder (Cilliers 2005: 4). Die posisie van die bril en die min relasies wat die bril met sy nabye omgewing vorm bied maklik die begrensing van die model. Die verspreiding van HIV/Vigs is onherleibaar in terme van aspekte (elemente om in ag te neem) en grense omdat dit veelvuldige aspekte soos kultuur, onkunde, geloof, ensovoorts inhou wat gelyktydig kan aanspraak maak op die verspreiding van HIV/Vigs. In hierdie laaste voorbeeld is die kontekstualiteit dus onherleibaar. Chu *et al* (2003) argumenteer dus dat onherleibare kontekstualiteit en radikale oopheid eienskappe is van natuurlike komplekse sisteme (27). So hoe benader ons komplekse sisteme? Indien 'n mens die geheel in ag neem, worstel 'n mens met die vraag waar om te begin en wat word as die geheel beskou? Sou daar beweer word dat die heelal die geheel vorm, waar begin 'n mens dan om die verhouding tussen 'n pa en sy dogter te verstaan? Dalk nie by die verstaan van die grootouers se verhouding nie tensy dit 'n beduidende impak het. Kompleksiteitsdenke voer aan dat daar wel grense vir die veld van bestudering bepaal moet word, aangesien dit andersins 'n nimmereindige proses gaan af gee. Ons kan dus nie verdunde reduksionisme vermy nie, maar tog beskeie wees dat ons ander interaksies weglaat uit ons studie wat ook antwoorde kan bied tot ons soeke. Ons baken net 'n gedeelte van die komplekse interaksies af, maar is beskeie deur te beweer dat dit nie die volle weerspieëling van die sisteem of geheel is nie. Juis om hierdie rede maak kompleksiteitsdenkers gebruik van die *proses van raming* (Cilliers 2005: 4).

Wanneer ons te make het met komplekse sisteme is dit moeilik om die grense daarvan vas te stel, aangesien 'n komplekse sisteem 'n oop sisteem karakteriseer. Die grense sal daarom deur die waarnemer en die doel van die spesifieke ondersoek bepaal word (Cilliers 2005: 4). Die proses van raming (*ibid*), is 'n beperkte tog belangrike menslike siening oor die werklikheid. Die gekose siening hang van verskeie eienskappe af soos byvoorbeeld die posisie van die waarnemer, die afstand, die houding en die keuses van die waarnemer, en haar kultuur (Rossel 2010: 79). Dit word ook bepaal deur faktore soos die tyd wat gespandeer word op die waarneming en of die waarnemer saam met ander waarnemers die bestudering

maak (*ibid*). Indien die waarnemer nie alleen is nie mag die proses van raming 'n gedeelde waarneming wees wat moontlik teenstrydige en/of verskillende kollektiewe waarnemings kan inhou (*ibid*). In die geval waar daar kollektiewe waarnemings plaasvind speel onderhandeling 'n groot rol wat insluit magsverhoudings, beperking in tyd of die kwaliteit van die inligting (*ibid*). Die waarneming van die waarnemer en/of die kollektiewe waarnemers is ook 'n organisasie van inligting (80), en nie net die organisering van inligting vanaf die waarneembare nie, maar ook inherent tot die waarnemer(s). Die geskiedenis van elke waarnemer speel ook 'n rol. Komplekse sisteem is met ander woorde onsaampersbaar ("incompressible") (Cilliers 2005: 24). 'n Komplekse sisteem kan nie gereduseer word tot 'n eenvoudige een nie, tensy dit nooit kompleks was om mee te begin nie (*ibid*). Omdat die model so kompleks moet wees soos die sisteem wat dit modelleer, wat 'n onmoontlike taak is, kan dit nie die 'werklike aard' van die sisteem openbaar met slegs 'n paar logiese beginsels nie (*ibid*). Die model bly steeds 'n model, en stel nie die sisteem in sy geheel voor nie.

Indien die verhouding tussen pa en dogter nagevors word sal daar van plaaslike bepalende veranderlikes in die studie gebruik gemaak word. Veral die pa en dogter behoort in ag geneem te word en dalk die pa se werk en werksomstandighede, asook die dogter se vordering op skool en verder is die interaksie en die invloed van al hierdie elemente uiters belangrik. Daar sal min aandag aan die pa en sy verhouding met sy ouers geskenk word, tensy dit 'n beduidende impak op die verhouding tussen pa en dogter het soos wanneer die ouers ook woonbaar in dieselfde huis is en daar daagliks met hulle relasies vorm. Die verskil tussen kompleksiteitsdenke, reduksionisme en holisme is die houding wat elkeen aanneem in sy soektog. Reduksionisme neig om byvoorbeeld die onderliggende beginsels van 'n spesifieke verhouding tussen pa en sy dogter te gebruik om 'n veralgemening te maak aangaande alle verhoudings tussen vaders en dogters. Holisme aan die ander kant is vaag in hul bewering van wat die geheel is en verontagsaam die komplekse interaksie binne die verhouding tussen pa en dogter. Wat word as die geheel beskou tussen pa en dogter? Wat word alles geïnkorporeer in hierdie siening oor pa en dogter? Kompleksiteitsdenkers is beskeie in hulle 'antwoorde': navorsers onder kompleksiteitsdenke sal haar navorsing altyd as *voorlopig* sien (Cilliers 2005: 122). Sy sal erken dat daar elemente en interaksies tussen die pa en die dogter aanwesig

is wat nie in haar navorsing weergegee word nie, maar weens die gebrek aan tyd/geld/kapasiteit van die navorser is dit weggelaat en is dit nie 'n volkome akkurate weerspieëling van die verhouding tussen pa en dogter nie. Veralgemenings word met 'n knippie sout geneem, aangesien elke pa-en-dogter-verhouding oor sy eie agtergrond, betekenis, doelwitte en omgewing beskik. Die sukses van 'n studie berus in die houding wat jeens 'n kwessie aangeneem word. In plaas daarvan om te veel veralgemenings te maak, is dit raadsaam om eerder 'n beskeie houding aan te neem en te erken dat daar wel interaksies bestaan wat nie in die studie vervat is nie. Die navorser sal erken dat haar navorsing altyd onvolledig is, dat haar model/proses van raming van die verhouding tussen pa en dogter slegs 'n model is en nie die verhouding as sodanig nie.

Daar is wel verskillende modelle wat kan gebruik word om 'n studie beter te kan verteenwoordig. In die natuurwetenskappe word daar in meeste gevalle formele simboliese sisteme gebruik om 'n model te skep, maar dit beperk dit wat kan gemodelleer word (Cilliers *et al* 2013: 3). Vir sommige fenomene kan daar egter ander tipe modelle gebruik word soos 'n psigiese voorstelling om 'n straat veilig te kan oorstap, of 'n roman om 'n sekere sosiale fenomeen uit te beeld (*ibid*). 'n Model kan dus verskillende vorme aanneem. Nog so 'n voorbeeld van 'n model is een wat ons skep om die toekoms uit te lê voor dit plaasvind om dus moontlike toekomstige sferes te kan bereik. Sulke modelle neem die vorm aan van beplanning, strategieë, hoop, vrese, geloof⁵⁶ ens. Hierdie modelle wat die toekoms in ag neem word *antisiperende modelle* genoem en 'n sisteem wat 'n antisiperende model kan skep word 'n *antisiperende sisteem* genoem; hierdie antisiperende sisteem is inherent tot die antisiperende entiteit soos byvoorbeeld die mens.

4.2. Antisiperende modelle

Breër-orde komplekse sisteme is goeie voorbeelde van antisiperende entiteite, soos plante, diere en veral die mens. Katsterte (*bulbine/bulbinella*, plante) kan

⁵⁶ Poli, R. 2014a. Anticipation: complexity and the future. *A joint colloquium organized by the Centre for Studies in Complexity and the Association of Professional Futurist*. Stellenbosch: Stellenbosch Institute for Advance Studies.

byvoorbeeld antisipeer hoeveel voedingstowwe om te berg om te voorsien dat dit in die toekoms—soos in die droë wintermaande—sal beskik oor genoeg voedingstowwe (deur middel van opgeswelde bolle). Wildehonde (diere) kan byvoorbeeld antisipeer watter rigting 'n trop bokke moontlik sal beweeg om so die prooi suksesvol te kan vang. Alhoewel plante en diere kan antisipeer word hierdie soort antisiprasie as meganies beskou, teenoor die mens wat antisiprasie ook as meganies kan beskou—soos om die straat oor te stap—maar ook tot 'n groot mate fenomenologies is. Lewende organismes en breër-orde komplekse sisteme soos plante en diere is antisiperende entiteite, maar het ons nie toegang tot hulle formele sisteem nie. Ons kan slegs die aksie waarneem wat uitgevoer word en vermenslik ons dit deur die diere se antisiperende model te beskou soos ons dink die doel van daardie aksie sou wees. Die mens kan oor haar antisiperende modelle kommunikeer met haar medemens, selfs oor die skepping van antisiperende modelle kommunikeer, en saam met haar medemens antisiperende modelle skep. Daarom verwys ek na die skepping van antisiperende modelle deur die mens as fenomenologies. Daar is ook nie-lewende sisteme wat kan antisipeer op klein skaal soos byvoorbeeld kunsmatige intelligensie (“artificial intelligence”) en kan dit ook beskou word as meganies.

In hierdie hoofstuk word daar meeste verwys na *die mens* as 'n komplekse antisiperende entiteit wat deur middel van 'n antisiperende sisteem die gekose antisiperende model(le) skep. Rosen (2012) beskou 'n antisiperende sisteem as

... a system containing a predictive model of itself and/or its environment, which allows it to change state at an instant in accord with the model's predictions pertaining to a later instant.

(313)

Alhoewel ek saamstem met Rosen (2012), is daar twee opmerkings wat ek wil noem. Die eerste opmerking is dat antisiprasie nie versoenbaar is met die term ‘voorspellings’ (“predictions”) (313) nie. Alhoewel beide terme die toekoms behels is voorspellings eerder 'n onbuigsame toekoms wat deur tyd gerealiseer word. Voorspellings inkorporeer ook nie die verlede nie terwyl antisiprasie al drie die

tydsvorme (verlede, hede en toekoms) behels. Nadin⁵⁷ het egter Rosen se definisie aangepas en beskryf antisiperende sisteme as

... a system whose current state is determined not only by a past state, but also by possible future states.

(Rosen 2012: xxxiv)

Die begrip 'antisipasie' word streng gekoppel aan die idee van 'moontlikheid' ("potentiality"). Moontlikheid maak alleenlik sin indien dit aanvaar word dat realiteit oop is (Poli 2009: 3). Dit beteken dat die ontologiese aard van entiteite nog nie volledig gevestig is nie (*ibid*). Daar is altyd iets nuuts wat kan gebeur en dit is nooit 'n vooraf gegewe nie (*ibid*). Poli (2009) beskryf dit as *kategoriele oopheid* ("categorical openness") (20). Dit beteken dat die entiteit net gedeeltelik bepaald kan word; dat sommige van haar beslissende faktore versteek of onsigbaar is (*ibid*). Poli (2009) noem twee tipes onsigbaarhede naamlik 1) die bepalers van die entiteit wat versteek is en wag dat iets dit aanleiding gee, en 2) daardie bepalers wat outomaties opduik deur die verloop van tyd (*ibid*). Beide van hierdie onsigbaarhede kan of *ryp* ("mature") of *onryp* ("latent") wees, bedoelende dat die bepalers wel gebeur het (ryp) of nie gebeur het nie (onryp) (21). Die entiteit is dus onwetend van die onryp onsigbaarhede wat nooit opgeduik het deur die verloop van tyd of dat iets dit aanleiding gegee het om te gebeur nie. Dit wil sê dat die realiteit kategoriele oop is omdat die entiteit slegs gedeeltelik bepaald is; dat sommige van die bepalers of versteek of onsigbaar is (20).

Die tweede opmerking aangaande antisiperende sisteme, soos uiteengesit deur Rosen (2012), is dat daar meer as een antisiperende model kan wees van haarself en haar omgewing. 'n Antisiperende sisteem kan meer as een antisiperende model antisipeer. In hierdie sin kan antisipasie nie gesien word as 'n aksie insigself in die natuurlike sisteem nie, maar eerder 'n model(le) wat invloed het op die antisiperende sisteem sodat die antisiperende entiteit 'n aksie uitvoer in die natuurlike sisteem gebaseer daarop. Poli (2010a) beweer dat daar uitwerkingskragte ("effectors") (771)

⁵⁷ Gevind in die voorwoord van Rosen (2012) se boek *Anticipatory systems*.

is wat die invloed tussen die model en die sisteem veroorsaak. Die uitwerkingskragte is dus verantwoordelik om die entiteit tot aksie te lei in die natuurlike sisteem.

'n Antisiperende entiteit beskik oor 'n antisiperende model(le) (M), uitwerkingskragte (E) en die antisiperende entiteit self (S), waar S ook deur die nabye omgewing beïnvloed word. Wanneer die

... dynamics of M move into an undesirable region (implying that the dynamics of S will later move into the corresponding undesirable region) the effectors [E] are activated to keep the dynamics of S out of the undesirable region.

(*ibid*)

Dit is ook belangrik om te noem dat die invloed van die antisiperende model(le) nie altyd deur ongewenste sfere ("regions") (*ibid*) veroorsaak word nie, maar kan dit sfere wees wat beter of meer aanloklik is as wat die antisiperende entiteit tans na beweeg. Dit mag die geval wees dat die antisiperende sisteem 'n paar gewenste sfere het om van te kies en sal dus die sfere kies wat meer aanloklik is as die ander. Die sisteem skep 'n huidige model van die toekoms. Poli (2010b) sit dit as volg uiteen:

Behaving in an anticipating way means adjusting present behavior in order to address future problems. In other words, an anticipatory entity (system or whatever) takes its decisions in the present according to forecasts about something that may eventually happen.

(8)

Hierdie huidige model van die toekoms beïnvloed die sisteem deur uitwerkingskragte. Deur die dinamiese interaksie tussen die sisteem en sy omgewing word nuwe inligting ontvang wat op sy beurt die antisiperende sisteem verander deur die uitwerkingskragte. Met hierdie nuwe inligting kan die antisiperende sisteem 'n beter model skep wat 'n meer belowende toekoms antisipeer. Die antisiperende sisteem kan gereeld opgedateer word sou 'n beter toekoms geantisipeer word as wat die sisteem tans na beweeg. Die huidige model van die toekoms het die neiging om "in die toekoms van die sisteem te sien, want die trajektorie van die

antisiperende model is vinniger as die trajektorie van die sisteem⁵⁸ (Poli 2010a: 771). Die antisiperende model en die sisteem is interaktief met mekaar en die een beïnvloed die ander deur die uitwerkingskragte. Hierdie interaksie kan gelyktydig gebeur en beide reageer tot verandering.

Die sisteem, soos byvoorbeeld die mens, leef nie in afsondering nie en is in relasie met sy nabye omgewing, dus speel die omgewing ook 'n beduidende rol as daar van antisipatie gepraat word. Die huidige model van die toekoms is nie 'n aksie insigself in die natuurlike sisteem nie, maar beïnvloed eerder die sisteem deur die uitwerkingskragte en het dus nie 'n direkte verbinding tot die omgewing nie, maar eerder dat dit met inligting werk wat deur die sisteem verkry word. Ons kan egter meer as een antisiperende model antisipeer wat nie aanspraak maak tot 'n aksie in die natuurlike sisteem nie. Soos in die wiskundige wêreld, uiteengesit in 3.2, kan antisipaserende formele sisteme onafhanklik wees van die natuurlike sisteem, maar kan ook daarna verwys. Die antisiperende model beïnvloed eerder die sisteem, waar die entiteit sy aksies en besluite daarvolgens maak. Poli (2009) noem ook hierdie uitwerkingskragte wat spesifiek te doene het met antisipatie, *voortuitkoppeling kontroleerders* ("feedforward controllers") (14). Volgens sekere kriteria, of inligting, het die antisiperende sisteem die kapasiteit om tussen gewenste/aanloklike/positiewe toestande en ongewenste/minder aanloklike/negatiewe toestande te onderskei en wanneer die entiteit na 'n negatiewe toestand beweeg sal die voortuitkoppeling kontroleerders die entiteit se rigting wysig (*ibid*). Sou die voortuitkoppeling kontroleerders 'sien' dat die antisiperende entiteit in 'n positiewe rigting beweeg sal dit geen wysiging aan die sisteem bring om sy rigting te verander nie, en sal die sisteem dus in hierdie positiewe rigting bly voortgaan (*ibid*). Voortuitkoppeling kontroleerders kan slegs die antisiperende sisteem bystaan sou dit die eienskap besit dat dit teen 'n snelheid beweeg wat vinniger as die sisteem self is (*ibid*). Behalwe vir hierdie laaste punt is daar ook ander redes hoekom die entiteit sisteem nie sy voorlopige model van toekoms bereik het nie, en dit is as gevolg van

⁵⁸ Aanhaling in oorspronklike taal: "M sees into the future of S, because the trajectories of M are faster than those of S".

swak modelle, swak vooruitkoppeling kontroleurders (soos nou net genoem) en bykomstige gevolge.

Poli (2010a) beweer daar is drie primêre redes hoekom daar swak modelle kan wees, naamlik 1) tegniese redes, 2) die keuse van 'n onjuis paradigma en 3) die verkeerde ooreenkoms tussen die toestand van die antisiperende sisteem en die toestand van die antisiperende model (771). Die tegniese redes hoekom daar moontlik 'n swak model kan wees, is dat sekere belangrike veranderlikes nie in ag geneem is nie (Poli 1972: 7). Soos ek al aangevoer het, is dit onmoontlik om tot alle inligting te beskik, en moet ons deur die proses van raming sekere veranderlikes en interaksies uit ons model laat om voor te beweeg. Tyd speel ook 'n beduidende rol en moet ons keuse maak op sekere tydstippe sonder om oor al die inligting te beskik. Maar 'n swak model kan beskou word wanneer die mees belangrike veranderlikes bloot geïgnoreer word, wat 'n beduidendswaardige verskil gaan maak en vir die antisiperende entiteit 'n beter/positiewe/aanloklike/gewenste ruimte voorsien. Behalwe om bloot die belangrikste veranderlikes te ignoreer kan die uitwerkingskragte ook verkeerderlike paradigma(s) kies om sekere tipe dinamiese gedrag te modelleer wat onvanpas is (*ibid*). Poli (1972) noem egter dat die mees onjuis paradigma is om nie 'n antisiperende model te skep nie, dit wil sê nie die toekoms in ag te neem nie (*ibid*)—'n aanname van Newtoniaansesisteme. Die derde rede hoekom ons swak modelle kan hê, is dat daar 'n verkeerdlike ooreenkoms is tussen die toestand van die antisiperende sisteem en die toestand van die antisiperende model. Al is die antisiperende model tegnies en paradigmatis korrek, kan dit ook wees dat die antisiperende model verkeerd die moontlike toekoms antisipeer, deur nie korrek gebruik te maak van die toestand van die antisiperende sisteem nie (*ibid*). Die ooreenkoms tussen die antisiperende model en die antisiperende sisteem is dus hier ter sprake en die verhouding tussen die twee weerspreek mekaar of is nie met mekaar versoenbaar nie.

Die tweede rede hoekom antisiperende sisteme nie hulle huidige model van die toekoms bereik nie is as gevolg van swak uitwerkingskragte. Uitwerkingskragte is die skakels tussen die antisiperende model en die antisiperende entiteit wat die twee versoenbaar maak. Die uitwerkingskragte loods die antisiperende entiteit om in

positiewe sfer te beweeg wat die antisiperende model geantisipeer het. Daar is drie redes hoekom die uitwerkingskragte nie hulle funksie dien nie naamlik 1) dit is nie in staat om die antisiperende entiteit te loods in die aanloklike sfer nie, 2) dit mag die geval wees dat dit te kort skiet om die veranderlikes in die antisiperende sisteem passend te manipuleer en 3) dit mag swak geprogrammeer wees (Poli 1972: 4). Alhoewel die antisiperende sisteem oor 'n goeie huidige model van die toekoms beskik, is dit moontlik dat die antisiperende model en die antisiperende entiteit nie met mekaar kommunikeer as gevolg van swak uitwerkingskragte nie. Die uitwerkingskragte mag dalk nie in staat wees om die antisiperende entiteit te loods in die betrokke sfer wat die model antisipeer nie weens byvoorbeeld psigiese versteurdheid of faktore in die omgewing van die antisiperende entiteit wat verhoed dat die sisteem in daardie antisiperende rigting beweeg. Dieselfde geld vir die manipulerings van die veranderlikes in die antisiperende sisteem. Die antisiperende sisteem probeer in die positiewe rigting beweeg, maar weens ander veranderlikes faal dit om daaruit te kom, wat dus nie die antisiperende sfer skep wat die model geantisipeer het nie. Of dit mag dalk swak geprogrammeer wees deurdat dit nie dien as 'n goeie skakel tussen die antisiperende model en antisiperende sisteem nie: die uitwerkingskragte mag dalk net sporadies en willekeurig intree wat nie aan die antisiperende model die nodige inligting voorsien om 'n huidige goeie antisiperende model te skep en wat op sy beurt weer 'n beter toekoms vir die antisiperende entiteit bied nie. Die antisiperende model dien nie 'n funksie indien nie uitvoerbaar is nie, en die uitwerkingskragte is dus belangrik in die uitvoer van die antisiperende model.

Die derde en laaste primêre rede wat Poli (2010a) noem wat kan verhoed dat die antisiperende model suksesvol in werking tree is bykomende gevolge (772). As gevolg van die proses van raming om 'n antisiperende sisteem te skep is daar altyd inligting—belangrik of nie—wat nie deur die antisiperende model in ag geneem word nie. Die wederkerendheid tussen die antisiperende entiteit en sy omgewing is so kompleks dat nie alle inligting beskikbaar of in berekening gebring word deur die antisiperende sisteem nie. Die wederkerendheid tussen ander sisteme binne die omgewing waarvan die antisiperende entiteit deel is, is ook in wederkering en kan bykomende gevolge hê vir die antisiperende sisteem (faktore buite die beheer van die antisiperende entiteit) (*ibid*). As gevolg hiervan is daar altyd bykomende en selfs

onsigbare gevolge wat nie in berekening gebring kan word deur die antisiperende sisteem nie. Dit is nie slegs die antisiperende entiteit ter sprake wat in relasie is tot sy nabye omgewing nie, maar ook ander sisteme, antisiperend of nie.

Die omgewing self is dus dinamies. Bykomende gevolge is 'n algemene eienskap van antisiperende sisteme en daar is nie 'n algemene manier om dit te verhoed nie (5). Behalwe dat daar bykomende gevolge is wat nie noodwendig deur die interaksie tussen ander sisteme in die omgewing van die antisiperende entiteit veroorsaak word nie, is daar ook bykomende gevolge wat veroorsaak word tussen die interaksie van die antisiperende entiteit in sy nabye omgewing wat nie deur die antisiperende sisteem geantisipeer was nie (Poli 1972: 8). Bykomende faktore is dus onberekenbaar, tog inherent tot die proses van antisipering maak nie saak hoe goed die antisiperende model is as dit kom by komplekse sisteme nie (9). Nadin⁵⁹ noem hierdie verskynsel *antisiperende dinamika* ("anticipatory dynamics") (Rosen 2012: xlix). Dit is wanneer die

... [a]mbiguity of complexity shows that the 'unpredictable' behaviours of complex systems are not random, but are causally determined in a way that we (having no largest model of them) cannot completely predict.

(*ibid*)

Weens die ryk dinamiese interaksie tussen elemente in 'n sisteem wat mekaar gelyktydig kan beïnvloed en sonder wete kan sommige gedrag nie geantisipeer word nie en skep dus 'n antisiperende dinamika van interaksies tussen die model, sisteem en die sisteem se omgewing. Hoe antisiperende modelle tot dusver verduidelik word in hierdie hoofstuk dui aan hoe verkeerd 'n antisiperende model kan gaan en ook hoe beperk ons die modelle skep. Alhoewel Aristoteles se meta-antisiperende model, naamlik *eudamonia*, die ideale antisiperende model voorstel dui Poli aan dat antisiperende modelle nie so maklik bereikbaar is nie. Hierop sal ek later weer in die hoofstuk fokus.

⁵⁹ Hierdie verwysing kan gevind word in die voorwoord van: Rosen, P. 2012. *Anticipatory systems*. Second Edition. New York: Springer.

Daar is verskillende soorte antisiperende modelle wat die toekoms antisipeer. Antisiperende modelle soos doel, hoop, vrees, geloof, teorie, idees⁶⁰ ens. wat almal gelyktydig kan aanspraak maak op die aksie wat die entiteit maak. 'n Entiteit skep 'n huidige model van die toekoms (antisipeer) in terme van haar vrese, haar geloof, haar hoop ens. en voer 'n aksie daarvolgens uit. Somtyds kan twee of meer van hierdie modelle teenstrydig wees en die entiteit sal dus meer gewig op een of 'n paar submodelle plaas as ander (byvoorbeeld hoop teenoor vrese). Die antisiperende modelle kan ook implisiet of eksplisiet geskep word (Poli 2010c: 29). 'n Huidige model van die toekoms, soos byvoorbeeld vrese, word dikwels implisiet geskep; die model werk dus op die drempel van die bewussyn en is gewoonlik eienskappe van die sisteem inherent tot sy funksionering waarvan die entiteit nie bewus is van nie (Poli 2010b: 12). Terwyl 'n huidige model van die toekoms in terme van 'n teorie merendeels eksplisiet geskep word waar die entiteit bewus is van die antisiperende verwagtinge (*ibid*). Die antisiperende sisteem is egter afhanklik van die inligting wat dit verkry van die antisiperende entiteit en, soos reeds verduidelik, is die antisiperende entiteit nie onafhanklik van haar nabye omgewing nie. Hierdie inligting is beperk omdat die sisteem nie bewus is van alle moontlike inligting intern (byvoorbeeld biologiese samestelling) asook ekstern (sy nabye omgewing) bekend is tot die entiteit nie. In hierdie sin kan daar nie 'n maksimale antisiperende model geskep word nie (Poli 2014b: 14), aangesien die entiteit alle inligting (insluitend die toekoms self) moet inkorporeer wat onmoontlik is om oor te beskik. Die verhouding tussen die huidige model van die toekoms en realiteit is altyd asimmetries as gevolg van die feit dat die entiteit in haar model nie alles kan inkorporeer nie. 'n Antisiperende model sal altyd 'n afgewaterde voorstelling wees van die toekoms as die toekoms as kategorie oop beskou word.

Een van die doelwitte van modernisme is om die toekoms te kan voorspel en te beheer; om alle vorme van kennis in een groot narratief te inkorporeer (Cilliers 2005: 113). Die onsekerheid van die toekoms hou nie enige standvastigheid nie en dus wil

⁶⁰ Poli, R. 2014a. Anticipation: complexity and the future. *A joint colloquium organized by the Centre for Studies in Complexity and the Association of Professional Futurist*. Stellenbosch: Stellenbosch Institute for Advance Studies.

modernisme 'n greep op die toekoms hê. Sou modernisme hierdie onmoontlike taak reggekry het sou die toekoms onbuigsaam wees en niks nuutskeppends sou gebeur het nie. Die toekoms sou dus net 'n roetine wees met 'n gebrek aan nuwe insig en kreatiwiteit. Die toekoms sal dus geslote wees. Poli (2009) voer aan dat binne hierdie geslote toekoms die

...entities are dead. They may still continue along their trajectories, but no real novelty can ever appear: everything is forever fixed.

(21)

Tog is die toekoms oop en iets nuuts kan geskep word: die onverwagte kan gebeur. Selfs nuwe maniere om te dink oor die toekoms kan nuutgeskep word. Die toekoms is onbekend aangesien ons nie alle inligting van die heelal tot beskikking het nie.

Poli (2012) beweer egter dat komplekse sisteme, soos byvoorbeeld die mens, geslote-tot-effisiënte oorsaak ("closed-to-efficient-cause") (127) is. Hy beskryf geslote-tot-effisiënte oorsake natuurlike sisteme as volg:

[a] natural system is [closed-to-efficient-cause] if and only if it has a model that has all its processes contained in hierarchical cycles.

(*ibid*)

Hy voer verder aan dat hierdie eienskap van die sisteem—dat dit geslote-tot-effisiënte oorsake is—die primêre verskil tussen organismes en meganismes is; dat organismes geslote-tot-effisiënte oorsake is en nie meganismes nie (Poli 2009: 12). Lewende organismes is as sodanig dat hulle interne funksies wedersyds behels word (*ibid*). Dat lewende organismes geslote-tot-effisiënte oorsake is, het ek in besonderhede in Hoofstuk 3 uitgebrei. Wat hier van belang is, is dat antisiperende sisteme ook 'n sisteem is wat geslote-tot-effisiënte oorsake is. Die antisiperende entiteit, soos die mens of kunsmatige intelligensie, beskik oor die kapasiteit om 'n antisiperende model(le) te skep. Hierdie modelle vorm ook 'n sisteem van inligting. Die materiële oorsaak is die inligting wat die sisteem bekom intern en ekstern tot die antisiperende sisteem, die formele oorsaak is die organisasie van die inligting (die orde byvoorbeeld), en die effisiënte oorsaak is die produksie reëls. Die finale

oorsaak is die antisiperende model wat geskep word. 'n Antisiperende model is organisatories geslote omdat dit self oor die produksie reëls, organisering en orde beskik om inligting te kan verwerk. Die antisiperende sisteem het nie meganismes ekstern tot die sisteem nodig om die inligting vir die sisteem hoef te orden of van sin te maak nie, maar beskik die sisteem self daarvoor. Die antisiperende sisteem kan self bepaal wat betekenisvol is en wat nie betekenisvol is nie. Tog is die antisiperende sisteem oop vir materiële oorsake; die antisiperende sisteem kan nuwe inligting (materiële oorsaak) ontvang om so dus opgedateer te word. 'n Antisiperende sisteem is geslote-tot-effisiënte oorsake, en ook tot formele oorsake, maar oop-tot-materiële oorsake. Die skepping van antisiperende modelle kan dus beskou word as 'n komplekse- en oop sisteem. Soos wat tyd aanstap ontvang die antisiperende sisteem nuwe inligting uit haar omgewing wat haar huidige model van die toekoms aanpas in elke hede waarin sy haarself bevind.

4.3. Die dik hede

Tyd speel 'n belangrike rol in die verduideliking van komplekse/antisiperende sisteme. Komplekse sisteme beïnvloed en word beïnvloed deur ander sisteme weens die oopheid van die sisteem wat relasies vorm met sy nabye omgewing. Hierdie interaksie geskied binne 'n konteks in 'n sekere gees van die tyd. Dit is feitlik onmoontlik om te dink in die hede sonder om die verlede en die toekoms in ag te neem (Cilliers 2005: 122). Enige analise van 'n komplekse sisteem wat die dimensie van tyd ignoreer is onvolledig, of in meeste gevalle 'n sinkroniese flitsbeeld van 'n diakroniese proses (4). So die vraag ontstaan: hoe kan ons komplekse sisteme bestudeer wat interaktief is en wat tyd in ag neem sonder om in 'n Zeno se pyl paradoks ("Zeno's arrow paradox") te beland? Aristoteles verduidelik Zeno se pyl paradoks as volg:

... if everything when it occupies an equal space is at rest, and if that which is in locomotion is always in a now, the flying arrow is therefore motionless.

(Magidor 2008: 359)

Indien 'n flitsbeeld gevat word van die 'bewegende' pyl, dit wil sê 'n oomblik word vasgelê op papier, dan staan die pyl stil. Tyd word in hierdie sin beskou as kort

oomblikke (“instants”). Die hele periode van die pyl se ‘beweging’ bevat slegs oomblikke waarin elke oomblik die pyl stilstaan (Huggett 2010: 23). Die paradoks is dat geen afstand bereik word gedurende oomblikke nie, maar tog is die beweging van die pyl van punt A na punt B sigbaar vir die entiteit. Huggett (2010) se eng oplossing tot die probleem is dat die pyl nie beweeg in ’n oomblik nie, maar wel oor ’n reeks van oomblikke (24). Tyd word met ander woorde oopgerek sodat die beweging verstaan kan word. Tog as ons al die oomblikke binne ’n reeks in ag neem staan die pyl steeds stil en los Huggett nie die probleem denkbaar op nie.

Culler (2005) stel egter ’n beter verstaan oor die teenwoordigheid van beweging voor. Volgens Culler (2005) is die teenwoordigheid van beweging slegs denkbaar in soverre elke oomblik gemerk is met die spore (“traces”) van die verlede en die hede (94). ’n Huidige oomblik

... is not something given but a product of the relations between past and future. Something can be happening at a given instant only if the instant is already divided within itself, inhabited by the nonpresent.

(*ibid*)

Beweging kan slegs beskou word in ’n huidige oomblik indien die verlede en die toekoms van daardie hede in ag geneem word. ’n Huidige oomblik van die pyl inkorporeer die verlede (’n voormalige hede) waar die boogskutter die pyl uit die boog loslaat en die antiserende toekoms waar die pyl die teiken tref. In hierdie skynbare flitsbeeld waar die pyl stilstaan is beweging denkbaar moontlik deur die verlede en toekoms in daardie huidige oomblik in te trek.

Die probleem wat ondervind word om die hede te beskou as ’n sinkroniese flitsbeeld, soos byvoorbeeld om ’n foto te neem van ’n pyl, is dat alles staties is en die interaksie tussen elemente verdwyn. Geen aksie vind plaas nie en alles staan stil. Wederkerendheid tussen elemente is ’n belangrike eienskap van komplekse sisteme en kan nie geïgnoreer word nie, daarom moet daar aan ander maniere gedink word om die hede te beskou in terme van komplekse sisteme. In hierdie stelling van Zeno hierbo word die *oomblik* beskryf as iets wat deur ’n meetbare instrument bereken word, byvoorbeeld in sekondes, nanosekondes, ensomeer. Hierdie meting van tyd

kan gesien word as meganiese tyd (Poli 2014a⁶¹) wat deur middel van 'n kalender (dae, maande, jare) en 'n horlosie (ure, sekondes, ens.) gemeet kan word. Meganiese tyd dien as 'n instrumentele rasionaliteit om dinge vir ons te orden. Dit is belangrik maar is slegs instrumenteel en 'n middel tot 'n doel. Meganiese tyd verloop ook lineêr. Hierdie soort siening oor die hede wat meetbaar is in terme van 'n horlosie of kalender noem Poli (2014a) die *dun hede*⁶². Poli (2014a) beskryf ook 'n tipe hede waar alles gelyktydig gebeur. Hierdie tipe hede noem hy die *dik hede*. Die dik hede...

...includes a variety of structures, it can no longer be considered a kind of durationless interface between the past and the future, as an infinitely thin boundary between what has been and what will be. On the contrary, the idea is gaining acceptance that the present has both some depth – and therefore some duration – and a rich and multifariously complex series of structures.

(Poli 2013a: 11)

Die dik hede kan beskou word as biologiese tyd, psigologiese tyd en sosiale tyd wat talryke families van tyd is, elk met sy eie struktuur (Poli 2013: 9). Dit word nie meer beskou as 'n dun muur wat die verlede van die toekoms skei nie. Soos in Zeno se paradoks beskryf deur Culler (2005) waar elke huidige oomblik die verlede en die toekoms intrek, so trek Poli (2013a) ook die verlede en die toekoms in die hede wat hy noem die dik hede; die mens is dus in 'n ewige hede. Zeno se pyl paradoks is egter 'n eenvoudige voorbeeld; 'n voorbeeld van 'n sosiale fenomeen is egter meer kompleks. In hierdie siening van tyd kan ons egter interaksies sien plaasvind en word hierdie interaksies in berekening gebring in die verstaan van die hede alhoewel die proses van raming altyd 'n rol sal speel. Deur die proses van raming bepaal die entiteit wat vir haar betekenisvol is in die dik hede.

⁶¹ Poli, R. 2014a. *Anticipation: Complexity and the future*. A joint colloquium organized by the Centre for Studies in Complexity and the Association of Professional Futurist. Stellenbosch: Stellenbosch Institute for Advance Studies.

⁶² Hierdie idee oor die dun hede is versin deur Poli tydens 'n kollokwium: Poli, R. 2014a. *Anticipation: Complexity and the future*. A joint colloquium organized by the Centre for Studies in Complexity and the Association of Professional Futurist. Stellenbosch: Stellenbosch Institute for Advance Studies.

Die families van tyd kan ook gesien word as 'n *gebeurtenis* ("event"), of verwys na 'n sub-gebeurtenis van 'n gebeurtenis. Gebeurtenisse kan alreeds afgespeel het, besig wees om af te speel, of dit kan 'n gebeurtenis wees wat nog moet plaasvind (wetend of onwetend). 'n Gebeurtenis bestaan uit die feitlike: die datum wanneer dit plaas(ge)vind, die persone betrokke, die oorsaak(e), ens. Indien die gebeurtenis in die verlede plaasgevind het, verander dit slegs die invloed wat oorbly en nie die oorsake nie (Žižek 2014: 3). Žižek (2014) voer aan dat die gebeurtenis nie iets is wat...

... occur in the world, but is *a change of the very frame through which we perceive the world and engage in it.*

(10)

'n Gebeurtenis in die verlede speel af in die hede oor en oor deur die geheue van die entiteit. Omdat selfs die verlede nie in sy totaliteit geïnkorporeer word in die entiteit nie word gebeurtenisse geselekteer en ook sekere elemente van 'n gebeurtenis. Daar is altyd sekere elemente wat die entiteit nie in gedagte gehou het of van weet nie en daarom vind die *proses van raming* plaas en word die invloed wat 'n gebeurtenis en sekere elemente daarvan geselekteer deur die entiteit en word die res beskou as uitsluitings. Hierdie 'uitsluitings' het ook 'n invloed gehad op die gebeurtenis, en kan ons toelaat om die geskiedenis te herlees deur hierdie 'uitsluitings' nie as iets besmette te beskou nie. Dit is ook belangrik om te beskryf wat met uitsluitings bedoel. Wat somtyds as uitsluitings—dit wat buite die model lê—geïnterpreteer word, is dat dit vrot en besmet in een of ander vorm is, of ontoepaslik om die rasonale voorstelling van die model te verseker (Human 2011: 51). Maar is daar

... nothing inherently heterogeneous – repulsive, nonappropriable – in shit or in anything else. It is the relation of that element, that object, to a system in which it cannot be given a stable position that makes it 'rotten.' Its excluded rottenness is necessary to the coherence of the system.

(Stoekl 2007: 21)

Die punt is nie dat alles in ag geneem kan word wanneer komplekse sisteme ter sprake is nie. Ons skep 'n raming of anders gestel 'n model van die komplekse

sisteem en dit wat buite die raamwerk lê word beskou as uitsluitings. Tog het hierdie uitsluitings 'n invloed op die komplekse sisteem en kan ons nie die raamwerk/model as absoluut beskou nie, maar moet ons eerder beskeie houding aanneem en ons raamwerk/model sien as voorlopig. Human (2011) beweer dat

... [o]ur choices in experimentation are often influenced by tacit knowledge and hunches built upon previous experiences. This inhabitation is also a result of the fact that we built current experiments on top of previous ones, we depend upon the knowledge and material resources left available from other experiments, which also left behind the excess of the choices they made. In other words, we always experiment in a context with a history and not in a vacuum.

(209)

'n Eienskap van komplekse sisteme is dat komplekse sisteme met 'n geskiedenis kom (Cilliers 2005: 4); dit kom met ander woorde met 'n verlede. Hierdie verlede kan nie in realiteit/werklikheid verander word nie (Žižek 2014: 111), dit wil sê die gebeurtenis van 9/11 kan ons nie terugtrek sodat dit nie gebeur het nie.

Wat ons wel kan verander is die virtuele dimensie van die verlede (Žižek 2014: 111). Ons kan ons interpretasie van die verlede verander terwyl die feitelike bly staan. Die verlede word geselekteer deur die entiteit, en kan die totaliteit van die verlede nie opgeneem word deur haar nie. Wat belangrik was vir haar word geselekteer deur haar en wat ons geheue noem. Geheue is slegs moontlik indien die entiteit ook kan vergeet (Cilliers 2006: 108). Indien geheue/verleer nie moontlik is nie, sou die verlede slegs 'n naslaan tafel gewees het. Vir Nietzsche is vergeetagtigheid 'n positiewe geestesvermoë en verwys hierdie siening na 'aktiewe vergeetagtigheid' in sy boek *On the genealogy of morals and Ecce Homo* (OGMEH, 57). Wat beter manier om die positiewe karakter van aktiewe vergeetagtigheid te beskryf as Nietzsche se eie interpretasie daarvan:

To close the doors and windows of consciousness for a time; to remain undisturbed by the noise and struggle of our underworld of utility organs working with and against one another; a little quietness, a little *tabula rasa* of the consciousness, to make room for new things, above all for the nobler functions and functionaries, for regulation, foresight, premeditation (for our organism is an oligarchy)—that is the purpose of active forgetfulness, which is

like a doorkeeper, a preserver of psychic order, repose, and etiquette: so that it will be immediately obvious how there could be no happiness, no cheerfulness, no hope, no pride, no *present*, without forgetfulness.

(57-58)

Aktiewe vergeetagtigheid is van kardinale belang wanneer die entiteit so baie inligting ontvang en van sin moet maak. Soos Galloway (2006) dit beskryf “word verleer noodsaaklik vir ons welvaart en om moontlike toekomste te kan verbeel... die waarde van verleer is die vermoë om tyd te interpreteer of om tydelike kontinuïteit te ontsnap en daarom (her)verbeel menslike ervaring⁶³” (3). Die waarde van verleer is nie slegs dat dit ons troumas en ons obsederende gedagtes transformeer nie, maar meewerk ook aan die skepping van nuwe toekomstige moontlikhede (*ibid*). Verleer is nie slegs ’n gegewe en deel van die proses om inligting betekenisvol te maak nie maar is krities tot hierdie proses en veral om nuwe toekomstige moontlikhede te kan skep. Die verlede speel ’n baie belangrike rol in die hede en soos Cilliers (2006) beweer:

... [i]t is not merely the remembering of something in the past as if belonging to that past, it is the past begin active in the present. We should therefore not think of memory in abstract terms, but of memory as something *embodied* in the system. In many respects the system *is* its memory.

(108)

Indien slegs die verlede in ag geneem word in die hede, dan is dit ’n reagerende model.

Reagerende modelle kan nie beskou word as antisiperende model nie, alhoewel dit ook met die begrip van tyd werk. Streng gesproke werk reagerende modelle slegs met die verlede in die hede. ’n Reagerende model is daarvan afhanklik om ’n geskiedkundige afwyking reg te stel, waar ’n antisiperende model daarvan afhanklik is om ’n moontlike toekomstige afwyking te voorkom (Rosen 2012: xxix). Die reagerende model is ’n reaksie op sekere families van tyd wat ’n negatiewe

⁶³ Aanhaling in oorspronklike taal: “forgetting becomes necessary for our happiness and for imagining our possible futures... the value of forgetting is its ability to interrupt time or escape temporal continuity, and thus (re)imagine human experience”.

uitwerking gehad het en wat reggestel moet word. Indien 'n produk op die rakke foutief is sal die vervaardiger die produk herroep en regmaak of vervang, wat dus 'n reagerende model is. 'n Antisiperende model verhoed egter dat die enige negatiewe uitkomst die geval is wanneer aksies geneem word in die eerste plek. Alhoewel nie alles geantisipeer kan word nie kan besluite of aksies negatiewe uitkomstê hê wat nie geantisipeer was nie en waar reagerende modelle 'n funksie vervul, maar dit het slegs te make met die regstelling van die verlede in die hede. 'n Antisiperende model gebruik die geselekteerde (deur die proses van raming) verlede om die toekoms te kan antisipeer in die hede. Die verlede kan dus gesien word as hulpbronne in die breë sin daarvan om 'n beter toekoms te kan antisipeer.

Voorspellende modelle kan beskou word as 'n tipe antisiperende model, maar dit het nie 'n beskeie houding teenoor die toekoms nie. Hierdie soort modelle is 'n omgekeerde model van reagerende modelle wat die klem plaas op die berekening van die toekoms. Nadin beweer dat voorspellings uitdrukkings van waarskynlikhede is, dit wil sê dat die beskrywing gebaseer kan word op statistiese data en veralgemenings (in kort: wetenskaplike wette), terwyl antisipasie moontlikhede behels (Rosen 2012: xxxiv). Voorspellings sluit nie moontlikhede in nie, maar voorspel eerder wat waarskynlik gaan gebeur. Dit wil sê dit is nie kategoriees oop vir realiteit is nie, maar eerder dat dit wag vir 'n gebeurtenis wat voorspel is, soos byvoorbeeld dat 'n metaal sal smelt as dit verhit word. Dit word geklassifiseer as 'n wetenskaplike wet en dit gaan ten alle tye met amper 100% waarskynlik gebeur. Die wetenskaplike gaan nie ander moontlikhede antisipeer behalwe smelting nie. Nadin beweer verder dat niks waarskynlik is as dit ook nie moontlik is nie, maar nie alles wat moontlik is, is waarskynlik nie (*ibid*). Dit is 'n waarskynlikheid en 'n moontlikheid dat metale sal smelt by verhitting, maar dit is nie terselfdertyd 'n moontlikheid en 'n waarskynlikheid dat metale sal vlam vat by verhitting nie. Sommige metale sal eerder smelt en dan verdamp eerder as om vlam te vat. Voorspellings neem net 'n paar moontlikhede van die toekoms in ag en loop 'n onbuigsame pad om daardie paar moontlikhede te verwesenlik. Voorspellings probeer die toekoms beheer deur net 'n paar moontlikhede in ag te neem sodat dit die toekoms meer hanteerbaar of draagbaar; hierdie moontlikhede word beskou as waarskynlikhede. Alhoewel antisipasie ook net 'n paar toekomstige moontlikhede antisipeer erken dit dat die

toekoms buigsaam en oop is vir nuwe moontlikhede en ook vir die onmoontlike. Dit is met ander woorde 'n laer waarskynlikheid maar wat nie ander moontlikhede as geraas verwerp nie, en is die antisiperende model opdateerbaar met nuwe inligting wat tot beskikking kom deur die verloop van tyd. Klem is geplaas en redes is uitgewys hoekom die toekoms nie volkome voorspelbaar kan word nie—interaksies is ryk, dinamies en nie-lineêr en die impak daarvan kan nie voorspel word nie.

Alexander (2011) voer aan dat die toekoms nie 'n effek het op die hede nie; die toekoms is slegs 'n woord wat gebruik word om iets voor te stel wat nooit regtig bestaan nie (19). In hierdie sin kan doel nie gesien word as iets wat 'in' die toekoms kan wees nie aangesien die toekoms nie tasbaars is nie (*ibid*). Omdat modelle nie in die natuurlike tyd hoef te bly nie kan dit teen 'n snelheid beweeg wat vinniger as die dinamiese oorsaaklikheid van die natuurlike sisteem wat dit probeer modelleer is (Poli 2009: 9). Daarom is dit vir die model moontlik om die toekoms in die hede in te trek (2014b: 9). Al is die toekoms nie iets tasbaars wat 'n direkte invloed het op die entiteit nie, bly die idee van 'n toekoms steeds belangrik. Soos reeds genoem sal die entiteit teen 'n trajektorie loop sonder enige moontlikheid van nuutskepping; die entiteit kan in so 'n geval beskou word as 'n geprogrammeerde masjien. Antisiperende modelle is dus huidige modelle van die toekoms en dit is slegs hierdie huidige model van die toekoms wat 'n effek op die sisteem het (deur die uitwerkingskragte) en nie die toekoms insigself nie. 'n Antisiperende entiteit besluit *nou* in terme van wat sy beskou as die gevolge van haar aksies op 'n *latere* stadium (Louie 2010: 21). Die huidige model van die toekoms is slegs 'n model en dra nie volkome kennis van die toekoms nie (20). As ons Rosen (1991) se beskrywing gebruik is die antisiperende model slegs 'n formele sisteem van die moontlike toekomstige natuurlike sisteem. Die proses van raming vind plaas deurdat die antisiperende entiteit kies watter inligting sy gaan gebruik. Die antisiperende model is altyd *voorlopig* en word opgedateer soos wat nuwe inligting ontvang word. Die entiteit kan nie 'n maksimale model skep nie (Poli 2014b: 14).

In die volgende afdeling gaan ek Van Peursen (1972) se metafoor van die horison gebruik om 'n grafiese voorstelling te maak van die mens as 'n antisiperende entiteit

en sy komplekse interaksie met sy nabye omgewing. Die horison dien as 'n metafoor vir die doele wat ons skep wat nie bereikbaar en oorkombaar is nie.

4.4. Die metafoor van die horison

Poli (2009) voer aan dat die idee van toekoms iets is wat nie bereikbaar of oorkombaar is nie (21). Hy gebruik die idee van 'n horison eerder as die idee van 'n grens/eindpunt wat 'n einde bereik. 'n Individue se horison omlyn daardie fragment of ruimte van moontlikhede waar toestande ryp word en soos die toestande ryp word beweeg die individue se horison vooruit (*ibid*). Van Peursen (1972) gebruik die horison as 'n metafoor vir die mens in realiteit en wat ek sal aanvoer sluit aan by Poli (2009) se verstaan daarvan. Die figuurlike betekenis van die horison, volgens Van Peursen (1972), is een wat niks byvoeg tot die wêreld nie, maar tog sonder die horison sal dinge ondenkbaar wees: dinge sal hulle raamwerk verloor (218). Soos voorheen aangevoer is die toekoms/horison nie iets tasbaars wat insigself 'n invloed op die entiteit het nie, maar tog is dit moeilik om te dink sonder om die toekoms in ag te neem. Die item skep 'n huidige model van die toekoms in die hede en hierdie huidige model van die toekoms beïnvloed die entiteit. Sonder hierdie model van die toekoms kan entiteite steeds in hulle trajektorie beweeg maar alles sal onbuigsaam en reeds bepaald wees (Poli 2009: 21). Alhoewel die horison buite die mens lê as onbereikbaar, hou die horison ook verband met die mens se liggaamlike natuur—haar hoogte en haar postuur—die hele liggaam is verantwoordelik om die horison te kan sien (Van Peursen 1972: 218-219). Die horison stel dus die hele wese van die entiteit voor: waar sy vandaan kom, waar sy haarself in die hede bevind en die antisiperende modelle wat sy skep om meer aanloklike sferes in die toekoms te bereik. Hernes (2008) skryf dit as volg:

The 'structure of meaning' is presented to the decision makers in the form of horizons. Horizons appear as ranges of choices in the present, while embodying possible interpretations, both for the past and for the future. Events at which decisions are made may thus be directed towards remembrance for the past as well as towards foresight for the future.

(88)

Die horison vorm deel van die entiteit maar is ook buite die individu as haar ervaringsveld/antisiperende afwagtinge. Dit nooi die entiteit uit om haar vooruitgang en doel te bereik maar terselfdertyd verwerp dit ook die entiteit deurdat dit altyd onbereikbaar en onoorkombaar is: “die horison kan nie ingehaal word nie en ontsnap alle pogings om nader aan dit te beweeg⁶⁴” (Van Peursen 1972: 220). Die entiteit neem 'n stelling in ten opsigte van haar omgewing, beweeg weg daarvan, en dan transendeer dit; dit wil sê in haar gesigsveld kan sy beide haar eie beperktheid en haar moontlikhede van selfverwesenliking onderskei (223).

From his own limited bodily position man sees this and that, the front but not the back, low objects nearby and high objects at a distance. He perceives the world, as it were, through his own bodily finiteness, a finiteness which continues into the all-encompassing horizon. Perspectives are also finite because it is impossible to continue forever within them. Every perspective has its limits, and the factually given perspectives result in a factual horizon.

(228)

Die perspektief wat die entiteit inneem is eie aan haar denke; haar eie proses van raming. Om te dink impliseer 'n metode en om 'n metode te hê is om helderheid te hê oor hoe om vorentoe te beweeg (229). Alhoewel Van Peursen dit 'metode' noem gaan ek 'n ander begrip gebruik naamlik *model*, soos ek reeds vroeër in hierdie hoofstuk oor uitgebrei het. So ook kan antisipasie gesien word as 'n soort metode/model om sin te maak van hoe om vorentoe te beweeg. Sonder 'n metode/model sal die toekoms ondenkbaar wees en sal dit ook volkome oop of volkome gesluit wees (eerder as kategorieë oop) wat nie betekenis gee nie. Poli (2009) se idee oor die horison, of altans die toekoms, is versoenbaar met Van Peursen (1972) se idee oor die horison.

Die verskil tussen Aristoteles (1970) se siening oor die toekoms en Poli (2009) se siening oor die toekoms is dat Aristoteles (1970) fokus op die een finale doel (einddoel/*telos*) wat bereik moet word, terwyl Poli (2009) se siening 'n pluraliteit van doele of spesifiek antisiperende modelle voorstel. Entiteite skep verskillende

⁶⁴ Aanhaling in oorspronklike taal: “... [the horizon] cannot be caught up with and escapes all efforts to get closer to it”.

antisiperende modelle, dit wil sê modelle wat die toekoms in die hede intrek, soos byvoorbeeld vrees, hoop, doel, strategie en plan⁶⁵. Hierdie modelle kan ook teenstrydig met mekaar wees, tog moet die individu 'n keuse tussen hulle maak. Sekere soort modelle is wel bereikbaar, soos die antisiperende model wat die individue skep om die straat veilig oor te stap. Indien sy die straat veilig oorgestap het, het sy haar doel bereik. Alhoewel die doel bereik is skuif die toekoms ditself weer uit en is dit weer onbereikbaar en onoorkombaar, die idee van die toekoms het met ander woorde nie gestop nie en so ook nie die skepping van nuwe of die wording van reeds bestaande antisiperende modelle nie. Die toekoms word dus nooit bereik nie, en werk ons konstant met die idee van die toekoms in die hede. Deur Poli se beskrywing van antispasie/doel—die pluraliteit, kompleksiteit en die foutwerking daarvan—en die tekortkominge van ons eie raamwerk is dit moeilik om *telos* te bereik, en ook te onderhou. Die wêreld is 'n onseker wêreld en kan ons dit nie ten volle voorspel nie.

Soos voorheen genoem kan die invloed van 'n aksie of verbeter, of onderdruk word of dit kan verander op verskeie maniere (Cilliers 2005: 3). Die invloed van die entiteit se eie aksies kan ook nie ten volle geantisipeer word nie. Die ervaringsveld wys die moontlikhede uit maar daar is ook die onmoontlike wat ons nie kan antisipeer nie. Derrida (1997) voer aan dat die horison slegs 'n toekomstige hede ("future present")(133) voorstel. Waar Poli (2009) argumenteer vir die moontlike, fokus Derrida (1997) ook op die onmoontlike. Die moontlike vir Derrida word beskou as die voorsienbare en die projekteerbare, die beplanbare en programmeerbare, en kan gebeur met 'n bietjie geluk en baie harde werk (133). Dit is 'n 'moontlike' toekoms wat 'alreeds betrokke' is, as 'n ideaal, nog voor dit uitgespeel het, ten minste in beginsel (*ibid*). Dit is met ander woorde dit wat kan geantisipeer word.

Tog is daar dinge wat ons nie kan antisipeer nie. Derrida (1997) verwys daarna as *die onmoontlike* ("the impossible") (*ibid*). *Die onmoontlike* is meer as die toekomstige moontlikheid: dit oorskry die entiteit se eie horison (*ibid*). Die onmoontlike kan slegs

⁶⁵ Poli, R. 2014a. Anticipation: complexity and the future. *A joint colloquium organized by the Centre for Studies in Complexity and the Association of Professional Futurist*. Stellenbosch: Stellenbosch Institute for Advance Studies.

bereik word indien die individu teen die beperkinge van die voorsienbare en die moontlike verkeer; om die horison van die moontlike oop te maak tot dit wat nie voorsien en voorgesê kan word nie (133-134). As ons nie die horison oopmaak nie, dan

...we are just sailing along on automatic, with cruise control and with our hands barely on the wheel, staying inside the lines, applying the law, remaining securely within the horizon of the possible, of the programmable and applicable. We could let a computer do it.

(135)

Alhoewel die entiteit oop moet wees vir die onmoontlike is dit steeds beperk tot die posisie en ervaringsveld van die entiteit self, met ander woorde dit wat sy kan antisipeer. Sy het net haar posisie en haar ervaringsveld tot haar beskikking, en om dit te oorskry moet sy oop wees tot dit wat buite haar posisie en ervaringsveld lê; dit wil sê die onmoontlike. Kompleksiteit vind plaas tussen die entiteit se eie horison en die interaksie met haar omgewing. Sy kan oop wees vir dinge buite haar ervaringsveld, maar is dit steeds beperk tot wat die hede bied.

Om oor die toekoms te peins en keuses daarvolgens te maak in die hede is 'n gewoonte van breër-orde komplekse sisteme. Breër-orde komplekse sisteme antisipeer die moontlike toekoms, dit wil sê die toekomstige hede, maar is ook oop vir die onmoontlike. Om weg te breek van 'n programmeerbare toekoms beweeg die individu teen die grense van die moontlike en onmoontlike. Die entiteit baseer haar keuses op grond van die antisiperende modelle, maar vir Derrida is hierdie tipe keuses programmeerbaar, dit wil sê die beplanbare. Derrida stel ook voor dat daar keuses gemaak word wat nie geantisipeer kan word nie en waar hierdie antisiperende modelle nie van hulp is nie. Poli se idee oor antisipatie het 'n element van onvoorspelbaarheid—daarom gebruik hy die woord antisipatie eerder as voorspelling—en dra Derrida by tot hierdie idee deur spesifiek te fokus op dit wat nie voorspel kan word nie, dit wil sê die idee oor die onvoorspelbare. Weens die beperktheid van die individu, dit wil sê die raming wat sy skep en die posisie waarin sy haarself bevind, is hierdie keuses nie so eenvoudig nie. In 'n situasie waar die

weg geblok is en waar die individu haarself voor 'n klipmuur te staan kom, is daar, wat Derrida (1997) noem, *aporia* (135).

Aporia verwys na die onmoontlike of die onuitvoerbare, wat beteken 'ek sit vas, ek kan nie uit nie, ek is hulpeloos' (Derrida 1993: 13). Daar is 'n aantal voorbeelde van *aporia*, en waarvan ek drie hier gaan verduidelik naamlik 1) *die opskorting van die wet* ("the suspension of the law"), 2) *die skim van besluiteloosheid* ("the ghost of undecidability") en 3) *dringendheid* ("urgency") (Derrida 1997: 136-138). In Derrida (1997) se konteks gebruik hy dit om die verskil tussen die wet en geregtigheid uit te wys; geregtigheid vind plaas wanneer daar *aporia* is (135), dit wil sê 'n keuse uitgeoefen word. Hierdie idee van *aporia* is ook van toepassing op enige tipe situasie waar die uitkomst nie geantisipeer kan word nie. Een van hierdie voorbeelde is die opskorting van die wet, dit wil sê 'n besluit of 'n keuse kan nie gemaak word op grond van 'n wet nie (136), of spesifiek in hierdie konteks van die tesis: 'n antisiperende model. Die individu moet die wet *herskep*—nie deur die keuse van voor af te maak nie—maar om 'n *nuwe beslissing* ("fresh judgement") te maak in 'n nuwe situasie (136-137). Hierdie nuwe beslissing word gereguleer deur die wet en ook nie deur die wet nie, wat besluitneming in 'n nuwe en ander enkelvoudige situasie sit (137). Die entiteit bevind haarself tussen die keuses van die wet en geregtigheid. Of meer spesifiek word die nuwe beslissing oor die toekoms gereguleer deur die moontlike/antisiperende en ook die onmoontlike/dit wat nie geantisipeer kan word nie. Elke huidige model van die toekoms is anders; dit is 'n afwyking van universaliteit en is 'n enkelvoud (*ibid*). Dit maak van die individu 'n besluitnemer wat nie 'n rekenmasjien is nie en wat nie slegs saam met die trajektorie van die moontlike beweeg nie.

Die tweede voorbeeld van 'n enkele *aporia* is die skim van besluiteloosheid. Besluiteloosheid beteken hier nie die onvermoë om te handel nie maar eerder 'n toestand van moontlikheid om te handel of te besluit (*ibid*). Dit is met ander woorde wanneer 'n besluit werklik 'n besluit is: wanneer dit meer as programmeerbaar, afleibaar, rekenbaar, berekenbaar, of die resultaat van 'n algoritme is (*ibid*). 'n Nuwe beslissing moet met ander woorde geskep word, of herskep word, van besluit tot besluit in elke oomblik van tyd (138). Dit is wanneer ons antisiperende modelle nie

genoeg is nie; ons antisiperende modelle help ons nie om die toekoms in te tree nie. Die laaste voorbeeld van 'n enkele *aporia* wat Derrida (1997) noem is dringendheid (*ibid*). Hoe ook al die situasie moeilik, onprogrammeerbaar en besluiteloos mag wees, wag hierdie nuwe beslissing nie; dit vereis 'n besluit in elke enkelvoudige situasie (*ibid*). Die entiteit bevind haarself in 'n keuse tussen waaksaamheid en dringendheid. In elke situasie bevind die entiteit haarself waar sy 'n besluit moet maak op grond van die beperkte inligting wat tot haar beskikking is en op die uitkoms wat moontlik en ook dalk onmoontlik daarop kan volg. Alhoewel die individu haar keuses so uitoefen dat sy aanloklike sfere in die toekoms moontlik kan bereik is daar steeds 'n kans dat dit nie bereik gaan word nie weens interaksies wat op die individu uitoefen wat nie geantisipeer kan word nie. Dit is weens die onvoorspelbare toekoms; 'n toekoms wat nie lineêr ontvou nie.

Goeie riglyne om te handel is dié wat Aristoteles voorstel. Aristoteles bied riglyne om goeie keuses te maak in die hede, en so ook *eudamonia* te bereik. Soos MacIntyre (1981) dit stel:

It is for the sake of achieving the latter good that we practice the virtues and we do so by making choices about means to achieve that end... Such choices demand judgment and the exercise of the virtues requires therefore a capacity to judge and to do the right thing in the right place at the right time in the right way. The exercise of such judgement is not a routinisable application of rules.

(141)

Hierdie riglyne is ook van toepassing op enige van die antisiperende modelle wat geskep en gevolg word. Alhoewel Aristoteles goeie riglyne vir ons bied is die punt wat Derrida maak dat ons nie weet wat die regte ding, op die regte plek, op die regte tyd en op die regte manier is nie. Om te weet wat die regte ding, op die regte plek, op die regte tyd, op die regte manier is om van alle inligting te beskik; die heelal sal in die entiteit geïnkorporeer word, eerder as wat die entiteit *deel* vorm van die heelal. Om 'n deugsame/uitmuntende mens te wees, is 'n goeie karaktereienskap om oor te beskik, maar dit is nie genoeg nie. Die wêreld bly 'n onseker wêreld vir die entiteit. Derrida vernietig alle modelle deur die idee van *die onmoontlike*. Die nuwe beslissing

oorskry alle modelle juis omdat ons nie weet wat reg en wat verkeerd is nie en dat hierdie model nie altyd behulpsaam is nie.

Sonder om 'n strik van relativisme te val, gee Poli (2009) vir ons hoop dat alhoewel ons nie weet wat die regte ding is om te doen nie, al skiet ons modelle tekort, is dit opdateerbaar en kan ons nuwe modelle skep. Die houding wat aangeneem word in die skep van modelle is dit van beskeidenheid. Dit wil sê:

... we must still be competent at performing the necessary calculations and considering the relevant information, but we should also recognise that doing the groundwork won't resolve the complexity and that we still remain responsible for our [anticipatory] modelling choices, since each choice gives rise to 'a different spectrum of possible consequences, different successes and failures, and different strengths and weaknesses'.

(Woermann *et al* 2012: 450)

Alhoewel antisiperende modelle ontoereikend is, moet ons nie willekeurig antisiperende modelle volg nie. Ons moet steeds die beste antisiperende model kies om te volg. Dit is met ander woorde nie 'n *verwerping* van die idee van antisiperende modelle soos wat relativisme sou argumenteer nie, maar eerder 'n *aanvaarding* van ons versnipperde, atomistiese sienswyse van antisiperende modelle (Cilliers 2005: 115). Antisipasie word beskou, soos hierbo uiteengesit, as iets wat ons konstitueer, beide ons kennis en onself, eerder as 'n normatiewe sisteem wat die regte ding voorskryf (Woermann *et al* 2012: 448).

GEVOLGTREKKING

Poli plaas klem op die verstaan van doel as 'n pluraliteit van antisiperende modelle. Die entiteit skep talryke antisiperende modelle in die hede om die toekoms in te tree. Hierdie antisiperende modelle help ons om besluite te maak in die hede om beter en meer aanloklike sfere in die toekoms te kan bereik. Vir Poli is die toekoms nie iets tasbaars wat deur die verloop van tyd aan ons bekend gemaak word en 'n direkte invloed op die entiteit het nie. Die toekoms vir Poli is oop.

Tog het die toekoms grense en hierdie grense word bepaal deur die entiteit en die posisie wat die entiteit in die wêreld inneem. Daarom is die toekoms kategoriees oop.

Van Peursen se idee van die horison wat die mens in realiteit illustreer is 'n goeie voorbeeld van die grense wat die entiteit vir haarself stel asook die uitskuiwing van die horison/doel sodra die entiteit poog om nader te beweeg. Die entiteit stel vir haar 'n doel wat as die horison voorgestel kan word, en beplan haar weg om nader aan die horison te beweeg, dit wil sê haar doel te bereik. Soos sy haar posisie verander, verander die horison/doel ook sy posisie en moet die entiteit haar plan herskep of dalk net 'n paar verstellings maak, om die horison/doel te bereik. Vir Poli is die doel/horison onbereikbaar en onoorkombaar. Die entiteit beweeg in haar ervaringsveld en beskou al die moontlikhede om haar doel te bereik. Tog argumenteer Derrida verder en voer aan dat daar ook die onmoontlike is. Daar is dinge wat ons nie kan antisipeer nie, en wanneer ons teen hierdie klipmuur te staan kom waar keuses volgens ons antisiperende modelle nie programmeerbaar of afleibaar daarvan is nie, is wanneer 'n besluit waarlik 'n besluit is en oorskry dit ons antisiperende modelle. Die situasie vereis van ons om 'n nuwe beslissing te maak. Ons skep antisiperende modelle—sonder die idee van die toekoms beweeg die entiteit teen 'n trajektorie met geen nuutskeping nie—maar moet ons terselfdertyd oop wees vir die onmoontlike.

Ek stem saam met Poli se idee van doel en argumenteer dat die toekoms as 'n idee 'n komplekse sisteem is ('n komplekse sisteem van inligting). Die idee van die toekoms kan slegs beskou word as 'n model, meer spesifiek 'n antisiperende model, wat slegs 'n huidige model van die toekoms skep en nie die toekoms insigself is nie. Ons kan ook talryke modelle skep wat die toekoms antisipeer soos byvoorbeeld vrees, hoop, geloof, strategie, plan⁶⁶ ens. Dit sluit al drie die tydsvorme in naamlik die verlede, die hede en die toekoms. Al hierdie faktore naamlik die talryke modelle wat geskep kan word, die tydsvorme, die posisie van die antisiperende entiteit, die kapasiteit van die antisiperende sisteem om 'n goeie antisiperende model(le) te skep en die invloed wat die omgewing het op die antisiperende entiteit als tesame vorm

⁶⁶ Poli, R. 2014a. Anticipation: complexity and the future. *A joint colloquium organized by the Centre for Studies in Complexity and the Association of Professional Futurist*. Stellenbosch: Stellenbosch Institute for Advance Studies.

komplekse interaksies waarvan die uitkoms nie vooraf bepaal kan word nie. Dit kan slegs geantisipeer word.

Eienskappe van komplekse sisteme wat in die vorige hoofstukke bespreek is, is ook van toepassing op antisiperende sisteem self. Dit wil sê antisiperende sisteme is oop sisteme: die modelle wat ons skep kan opgedateer word wanneer nuwe/nog inligting tot ons beskikking kom. Die antisiperende entiteit vorm ryk en dinamiese interaksies, spesifiek met inligting te make, met sy nabye omgewing. Die interaksies kan ook nielineêr op mekaar inwerk en kan ook gelyktydig plaasvind. Hierdie modelle is geslote-tot-effisiënte oorsake: die antisiperende sisteem beskik oor die kapasiteit om inligting te organiseer, dit wil sê betekenisvol te maak, dit het met ander woorde nie iets buite die sisteem nodig om te orden nie en is dus organisatories geslote. Die antisiperende sisteem is wel oop-tot-materiële oorsake wat dus die inligting is wat tussen die antisiperende entiteit en sy nabye omgewing gewissel word.

Poli (2009) fokus egter net op die bewusmaking van antisiperende modelle, wat dit is en hoe dit werk, maar versuim om verder te noem hoe ons nuwe en beter antisiperende modelle kan skep. Een van die insette wat Derrida (1997) lewer is dat nuwe antisiperende modelle geskep word wanneer hierdie modelle—wat moontlikhede behels—oop is vir die onmoontlike (133-134). Dit is slegs wanneer die sisteem oop is en in wederkering met sy nabye omgewing is, wanneer nuutskepping moontlik is. Dit wil sê ons moet nie antisiperende modelle skep en dit blindelings volg nie, maar moet ons ook oop wees vir dit wat nie geantisipeer kan word nie. Die antisiperende sisteme moet nie slegs opdateerbaar, met ander woorde 'n herbevestiging van die reeds bestaande model, wees nie, maar moet ons ook antisiperende modelle herskep. Dit is ook nodig om krities te wees teenoor ons eie antisiperende modelle.

Deur die loop van die tesis het ek klem geplaas op die ryk en dinamiese interaksies van lewende organismes, dat lewende organismes oop sisteme is, en dat interaksies of kan verbeter, of kan verander, of verdwyn. Deur die skrywe van Poli het ek verder geargumenteer oor die talryke antisiperende modelle, somtyds teenstrydig met mekaar, wat die antisiperende entiteit moontlik kan skep. Antisiperende modelle is

beperk deur die inligting wat tot sy beskikking is en die posisie van die waarnemer. Ek het ook Derrida se werke bygevoeg wat verwys na die onmoontlike—dit wat nie geantisipeer kan word nie—die onsekerheid van die entiteit oor wat reg en wat verkeerd is, en die *aporia* om altyd waaksaam te wees maar tog besluite moet uitoefen. Al hierdie eienskappe gee toe dat 'n maksimale model, soos die *telos* wat Arisototeles voor argumenteer, amper onmoontlik is om te bereik en te onderhou. Dit is egter nie 'n argumenteer teen *telos* as sulks nie—juis die karaktereienskap van uitmuntendheid is 'n goeie eienskap om te besit in alle sfere van die lewe, hetsy dit familie, vriende, navorsing of werksomgewing is—maar eerder die onmoontlikheid om dit te kan onderhou.

GEVOLGTREKKING

Die voorafgestelde doel van hierdie tesis was om die twee terme—*funksie* en *doel*—te herbesoek en te herbesin in die hedendaagse tyd. Daar is 'n verwarring tussen die twee terme onder menigte skrywers en gaan my navorsing grotendeels om hierdie verwarring op te klaar. Hierdie twee terme floreer tans onder die biologie-filosowe, spesifiek in Robert Rosen (1991, 2012) se werke, en het ek dit as beginpunt gebruik om kritiek op te bou oor normatiewe beskrywings en verduidelikings oor funksie en doel. Ek het gevind dat die idees van kompleksiteitsdenkers 'n positiewe bydrae tot Rosen se benadering bied en het ek spesifiek die idees van Edgar Morin (2006) en Paul Cilliers (2005) gebruik as versterking. Rosen het van Aristoteles se werke gebruik gemaak, vernaamlik die vier oorsaaklikheidsverduidelikings, en het ek dit ook hier benadruk.

Alhoewel die oorlewingswaardebenadering nuwe onthullings bring in terme van funksie, ontbreek dit in die uitbreiding en verduideliking van 'n aantal terme wat die skrywers onder hierdie benadering as voor die hand liggend beskou. Vyf van hierdie wesenlike terme is 1) oorsaaklikheid, 2) funksie, 3) organisme, 4) lewe en 5) doel. Deur hierdie vyf terme onder die loep te neem kon die leemtes van die oorlewingswaardebenadering ten toon gestel word en kan ons 'n beter verstaan van funksie formuleer sonder om te beweer wat die funksie van 'n item behoort te wees. Volgens die oorlewingswaardebenadering word funksie lineêr bepaal. *Oorsaaklikheid* vind soos 'n kettingreaksie plaas: 'n aksie wat *X* uitvoer en wat *Y* affekteer en waar *Y* weer op sy beurt *Z* affekteer ensovoorts. Die uiteinde van hierdie kettingreaksie moet oorlewing van die organisme en/of sy spesie wees (die eindfunksie). Daar vind egter verdeeldheid onder die oorlewingswaardebenadering plaas in terme van hoe om die funksie van 'n item te bepaal. Die etiologieseteorie argumenteer dat funksie geskiedkundig bepaal word, terwyl die geneigtheidsteorie funksie toekomsgerig bepaal.

Alhoewel skrywers onder die oorlewingswaardebenadering nie in akkoord is oor die bepaling van funksie nie, vind beide van hulle lineêre oorsaaklikhede wat die aksie van die item verbind met oorlewing. Die etiologieseteorie sal funksie geskiedkundig

bepaal deur lineêre oorsaaklikhede te vind tussen die aksie van die item en oorlewing van die item en/of sy spesie. Terwyl die geneigtheidsteorie toekomsgerigte lineêre oorsaaklikhede vind om funksie te bepaal. Die item word tot 'n mate in afsondering bestudeer en die benadering versuim om die item in relasie tot ander komponente te sien. Die klem is slegs op die kapasiteit van die item ter sprake om 'n aksie uit te voer en wat die aksie veroorsaak. Terugvoer vanuit die sisteem word buite die studie gehou; dit wil sê die impak wat die omgewing/konteks op die item het word bloot geïgnoreer. Wouters (1999) het gevind dat die item homself in 'n omgewing/konteks bevind wat 'n invloed op die aksie het van die item en in verskillende kontekste kan 'n item verskillende funksies vervul, indien enige. Funksie is dus konteksgebonde en kan ons nie 'n normatiewe benadering tot funksie toedig nie. 'n Item het nie 'n universele funksie nie, maar hang die funksie primêr van 1) die konteks af waarin die item homself bevind, 2) die impak van die omgewing op die item, asook 3) die item se eie kapasiteit. Funksie is nie absoluut nie, maar konteksgebonde.

Deur die uitbreiding van oorsaaklikheid en interaksies, uiteengesit deur Morin (2008) en Cilliers (2005), vind ons dat oorsaaklikheid nie so eenvoudig is nie. Lineêre oorsaaklikheid is een van drie tipes oorsaaklikhede en voer Morin (2008) aan dat interaksies ook *terugvoerend* ("feedback loop causality") en *rekursief* ("recursive causality") kan wees (61). Terugvoerende- en rekursiewe oorsaaklikhede vind veral plaas in komplekse sisteme soos byvoorbeeld lewende organismes. Beide hierdie twee oorsaaklikhede behels dat komponente terugvoer ontvang vanuit hulle konteks/omgewing op hulle aksie en die komponent se aksie beïnvloed. Die komponent is in *wederkering* met sy nabye omgewing. Die oorlewingswaardebenadering fokus slegs op die eensydige invloed van die aksie wat soos 'n aflosstokkie aan die volgende atleet suksesvol oorgehandig word sonder enige terugvoer. Die tekortkominge van die oorlewingswaardebenadering is om nie in ag te neem dat interaksies tussen komponente kan verbeter, onderdruk word of selfs verander nie en kan daar nie 'n reguit oorsaaklikheidslyn gevind word tussen die aksie van 'n komponent en oorlewing nie. Dat 'n invloed kan verander, verbeter of onderdruk word, is eienskappe van 'n komplekse sisteem soos lewende organismes.

'n *Lewende organisme*, soos byvoorbeeld 'n sel of 'n mens, is 'n komplekse sisteem wat beteken interaksies vind nielineêr plaas en die sisteem vorm relasies met sy omgewing, dit wil sê die sisteem is oop. Relasies verskil van mekaar. In sommige gevalle vorm die item sterker relasies met sekere komponente as ander (Cilliers 2005: 3). Die verhouding tussen die item en 'n ander komponent kan ook asimmetries van aard wees (in sosiale sisteme byvoorbeeld staan dit bekend as magsverhoudings) (*ibid*). Die interaksies kan of positief of negatief wees en kan ook met die verloop van tyd verander (*ibid*). Interaksies kan gelyktydig plaasvind: die item het nie nodig om eers sin te maak van die insette om uitsette te lewer nie en heelwat insette kan gelyktydig op een item uitgevoer word en andersom. Indien 'n sisteem oor al hierdie eienskappe beskik word dit beskou as 'n komplekse sisteem. Hierdie soort sisteme is ryk en dinamies in interaksie en bou 'n geskiedenis op (*ibid*). 'n Lewende organisme, 'n taalsisteem en 'n ekosisteem is voorbeelde van komplekse sisteme.

Die komponente intern tot die sisteem begin samehangend sy eie patroon van gedrag oor 'n sekere tyd genereer (Meadows 2010: 11). Dit wil sê verskillende komponente met hulle verskillende funksies word op so 'n manier georganiseer dat die sisteem homself kan organiseer (selforganiseer) en homself kan fabriseer (self-fabriseer). Komponente van 'n self-fabriserende sisteem kan 'n korter lewensduur hê as die sisteem in sy geheel. Selle binne 'n menseliggaaam sterf terwyl die menseliggaaam in sy geheel bly voortbestaan. Die sukses van 'n self-fabriserende sisteem is behoudens op die wederkerigheid tussen komponente: waar elke komponent sy funksie vervul wat bepaal word deur die kapasiteit van die komponent om die aksie as funksie te verrig en die terugvoer van die sisteem. Saam vervul die komponente met hulle onderskeie funksies die groter funksie van self-fabrisering van daardie sisteem waaraan dit behoort (Rosen 1991: 245). Die klem, in terme van lewende organismes, is dat die komponente *samehangend* een funksie het naamlik self-fabrisering. Nie net een komponent en sy aksie dra by tot oorlewing nie. Daarom kan daar nie 'n oorsaaklikheidslyn gevind word tussen 'n aksie en oorlewing, soos die oorlewingswaardebenadering aanvoer, nie. Indien 'n komponent nie meer 'n funksie vervul nie kan die sisteem homself herstel of herorganiseer om sonder die

komponent bly voort te bestaan, of in sommige gevalle waar 'n komponent onontbeerlik is, kan die sisteem sterf.

Die oorlewingswaardebenadering misluk om die invloed wat die nabye omgewing op die komponent inwerk te bestudeer. Verder misluk dit om self-fabrisering te verduidelik. *Funksie* is nie alleenlik afhanklik van die kapasiteit van die item ter sprake om 'n aksie uit te voer nie, maar ook op die wederkerende invloed tussen die item en sy omgewing. Die item neem eienskappe uit die omgewing en dit besorg ook eienskappe aan die omgewing. Die hart byvoorbeeld gee die eienskap aan die sisteem van bloedsirkulasie en kry die eienskappe uit die sisteem teen watter tempo die bloedsirkulasie moet plaasvind. Om dit te kan doen moet die item ter sprake oor genoegsame identiteit beskik (Rosen 1991: 121). 'n Funksionele beskrywing van 'n item is dus afhanklik van dit wat buite die item lê en waaraan dit deel vorm en kan nie in afsondering bestudeer word nie (*ibid*). Sou dit geen invloed op die sisteem uitoefen nie, dien dit geen funksie nie en is die item dood (120). Die item vorm *deel* van 'n organisasie en sonder die invloed van die omgewing op die aksie is dit bloot net 'n aksie wat uitgevoer word sonder enige impak (*ibid*). Die omgewing bied ook die ruimte vir die item om 'n aksie as funksie te vervul (121). Indien daar geen ruimte vir die item is nie word aksies as funksie volkome beperk. Vir 'n item om 'n aksie as funksie te vervul moet die item dus oor twee eienskappe beskik naamlik genoegsame identiteit en ruimte (*ibid*). Sou die tipe organisasie verander waarin dit deel vorm ontstaan die moontlikheid dat die funksie van die item ter sprake ook kan verander of selfs geen funksie meer vervul nie. Funksie is nie absoluut nie en kan ons nie universele funksies aan komponente toeken nie (*ibid*). Dit wil sê funksie is konteksgebonde en is afhanklik van daardie bepaalde organisasie.

Funksies vind plaas en kan bepaal word binne 'n bepaalde konteks. Alhoewel die bepaling van 'n funksie ook die geskiedenis in ag neem van die item ter sprake sluit dit net die verlede en hede in. Dit neem nie die toekoms in ag nie. *Doel* sluit egter die toekoms in en alreeds deur die bestudering van tyd kan ons die terme—funksie en doel—van mekaar skei. Poli (2009) voer aan dat die toekoms kategorie oop is (20). Die mens byvoorbeeld is steeds beperk in die tipe organisering/omgewing waaraan sy behoort (kategorie) maar is terselfdertyd oop omdat die toekoms nie

voorspelbaar en tasbaar is nie. Ons kan slegs die toekoms *antisipeer*. Doel is 'n antisiperende model wat ons gebruik om keuses in die hede te maak. Om 'n doel te kan skep moet die sisteem se denke teen 'n snelheid beweeg wat vinniger as realiteit self is (Poli 2010a: 771). Sy moet ook haarself en die omgewing kan antisipeer wat moontlik in die toekoms kan gebeur. Hierdie doel is slegs 'n model van die toekoms en is nie die toekoms insigself nie. Soos wat nuwe inligting beskikbaar gestel word en/of soos wat die omgewing reageer op die keuses wat gemaak word en 'n nuwe organisering vind plaas (wederkerend tussen item ter sprake en haar nabye omgewing) kan hierdie model aangepas word. 'n Antisiperende model is 'n *voorlopige* huidige model van die toekoms. Dit neem al drie die tydsvorme in ag wat Poli (2013a) noem 'n *dik hede* (11). Die verlede en die toekoms word ingetrek in die (dik) hede en waarin ons 'n voorlopige model skep oor die toekoms. Ons doen dit gereeld: as ons 'n straat oorstap, as ons nuwe struktureringsprogramme implementeer by die werk, as ons keuses maak in ons lewe om te verseker dat na die dood ons die hemel sal intree. Daar bestaan dus talryke antisiperende modelle soos doel, vrees, geloof, strategie, teorie⁶⁷, om net 'n paar op te noem waar elkeen die toekoms in die hede intrek en 'n komplekse sisteem vorm van inligting. Hierdie komplekse sisteem behels 'n pluraliteit van doele, vrese, gelowe, strategieë ensovoorts waarop besluite en aksies geneem word.

Met behulp van die bogenoemde skrywers, wie ek as primêre bronne gebruik vir hierdie studie, tesame met ander skrywers, kon ek die ooreenkomste en verskille uitwys tussen die twee terme en ook wat die terme funksie en doel behels. In hierdie tesis het ek eksplisiet geargumenteer dat 'n item ter sprake—hetsy dit 'n nie-lewende sisteem, voorwerp, proses, of lewende organisme is—nie 'n absolute funksie en/of doel het nie. Dit maak uit die ooreenkoms tussen die terme. Funksie is konteksgebonde en die organisasie wat plaasvind in daardie spesifieke konteks bepaal wat die funksie van daardie item ter sprake is, indien enige. Interaksies kan verander en die effek wat die aksie as funksie op die sisteem uitoefen kan ook

⁶⁷ Poli, R. 2014a. Anticipation: complexity and the future. *A joint colloquium organized by the Centre for Studies in Complexity and the Association of Professional Futurist*. Stellenbosch: Stellenbosch Institute for Advance Studies.

verander weens daarvan. Dit is egter moontlik om veralgemenings te maak oor funksies omdat sekere items se wederkerendheid met sy nabye omgewing selde verander, of baie stadig soos in die geval van evolusieleer. Die oë, in die algemeen, dien die funksie as visuele sintuiglike hulpmiddel. Hierdie funksie kan toegeskryf word aan oë by die mens omdat dit nog alle jare so dien en die funksie, binne die konteks van sintuie, nie verander nie. Tog het hierdie funksie tot niet gegaan by die Texas blinde salamander (*eurycea rathbuni*). In die konteks waarin hierdie salamander homself bevind, naamlik donker grotte, is 'n visuele hulpmiddel nie nodig nie omdat dit altyd donker bly. Oor duisende jare heen het hierdie dier sy oë verloor omdat dit nie meer 'n funksie dien nie alhoewel spore nog sigbaar is dat hy dit voorheen gehad het. Die organisering van die biologiese sisteem van die Texas blinde salamander het verander om meer afhanklik te wees van ander sintuie eerder as die oë. Die funksie van kleurverandering in seekatte is bepalend op die konteks waarin die seekat homself bevind. In sommige kontekste gebruik die seekat kleurverandering om die agtergrond na te boots om so dus onsigbaar vir roofdiere te wees om sodoende die roofdier te kan ontsnap. In ander gevalle dien die kleurverandering om met ander seekatte te kommunikeer of om ander te waarsku. Die funksie van kleurverandering in seekatte is dus bepalend op die konteks waarin die seekat homself bevind en is nie absoluut nie. Omdat funksie nie absoluut is nie, moet ons waaksaam wees oor die moontlike effek wat 'n aksie as funksie dalk mag hê. Hier speel antisipatie 'n groot rol en vervul antisiperende modelle die funksie om moontlike uitkomst te kan antisipeer. Die bou van 'n bom mag dalk vir die bedoeling wees om ou geboue op te blaas waar die spatie meer effektief gebruik kan word, maar as ons moontlike ander kontekste kan antisipeer waar die funksie van 'n bom dodelik kan wees, kan ons die bou van 'n bom herbesin. Weens die eienskap van funksie om bepalend op 'n sekere konteks te wees, moet ons nie in 'n strik van relativisme val en beweer dat enige en alle funksies veroorloof is nie, maar het ons steeds 'n verantwoordelikheid om die beste funksie uit items te bring tot soverre moontlik.

Doel is 'n huidige model van die toekoms en kan die item ter sprake sy doel aanpas/verander om meer aanloklike sferes te bereik. Indien 'n persoon 'n doel stel om eendag 'n snydokter te word, gaan sy deur die loop van haar lewe besluite in die

hede hierop maak. Sy gaan in haar skoolloopbaan vakkeuses op grond hiervan maak: sy gaan byvoorbeeld biologie kies eerder as rekeningkunde. Sy gaan inskryf vir geneeskunde op tersiêre vlak, en daarna spesialiseer in snykunde. Sy gaan ook besluite neem in oomblikke om nie haar hande te beseer nie aangesien dit 'n groot vooreiste vir snykunde is: sy gaan nie aan kontak sport deelneem nie en enigiets vermy om nie handbesering op te doen wat haar sal verhoed om 'n snydokter te word nie. Sy kan egter slegs antisipeer wat moontlik in die toekoms kan gebeur. Besluite wat sy neem op grond van die antisiperende model/doel mag dalk nie gewenste uitkomst bied nie: die invloed van haar aksies kan of verbeter, of verdwyn of verander en is daar nie 'n sekerheid dat dit die antisiperende uitkomst sal hê nie. Die blink kant is, danksy die aard van antisiperende modelle wat nie absoluut is nie, kan ons antisiperende modelle opdateer of verander deur die loop van die lewe. Strengesproke is dit die antisiperende model wat gefaal het en nie die lewende organisme nie.

Een van die primêre verskille tussen die terme funksie en doel is dat funksie beskou word as 'n aksie wat uitgevoer word in die natuurlike sisteem, terwyl doel nie 'n aksie is nie. Funksie word beskou as 'n aksie wat sy nabye omgewing beïnvloed en beïnvloedbaar is deur sy nabye omgewing. Dit wil sê die aksie is gekonstitueer deur die kapasiteit van die item ter sprake, die invloed van die nabye omgewing en die konteks waarin die item homself bevind; die item en sy nabye omgewing is dus in wederkering. 'n Funksie is iets wat vervul word in 'n natuurlike konteks (natuurlike sisteem). 'n Doel is egter nie 'n natuurlike sisteem nie, maar eerder 'n model daarvan (formele sisteem), en daarom kan dit teen 'n trajektorie beweeg wat vinniger is as die natuurlike sisteem. Sou dit nie die geval wees nie, kan antisipatie nie plaasvind nie. Ons kan ook talryke moontlike doele/antisiperende modelle skep wat antisiperende modelle nie as 'n aksie beskou word in die natuurlike sisteem nie maar eerder 'n voorstelling van 'n moontlike aksie en sy moontlike uitkomst. Omdat antisiperende modelle nie 'n aksie in die natuurlike sisteem verrig nie, is dit moontlik om antisiperende modelle te skep wat teenstrydig is. Om te antisipeer is wel 'n aksie, maar dit is nie 'n aksie van toepassing op die natuurlike sisteem nie; dit is nog nie in wederkering met sy nabye omgewing (natuurlike sisteem) waar dit 'n invloed het nie,

en so dus 'n funksie vervul nie. Dit is slegs deur die uitwerkingskragte waar die gekose model 'n invloed op die natuurlike sisteem uitoefen.

Die tweede primêre verskil tussen funksie en doel is dat doel met die idee van die toekoms werk en nie funksie nie. 'n Antisiperende sisteem kan antisipeer wat met haarself en met haar nabye omgewing moontlik gaan gebeur sou 'n tipe aksie verrig word. 'n Antisiperende sisteem *bereken* hoe om veilig oor die straat te stap, *glo* in 'n sekere lewensstyl om haar plek in die hemel te verseker, *vrees* dat haar kinders nie die nodige opvoeding kry om goeie besluite in die lewe te maak nie, *hoop* dat haar ma die lang nag in die hospitaal sal oorleef, *beplan* haar troudag, werk 'n *strategie* uit om haar besigheid in die kollig te kry en skep 'n *doel* om te bereik na haar aftrede. Al hierdie antisiperende modelle—bereken, glo, vrees, hoop, beplan, strategie en doel—gebruik die idee van die toekoms. Eers wanneer die antisiperende modelle in werking gesit word, deur die uitwerkingskragte, en wederkering vind plaas kan daar bepaal word of dit wat ons geantisipeer bereik is. Somtyds neem dit tyd, somtyds moet die antisiperende model aangepas word en somtyds moet 'n mens van voor af die antisiperende model skep. Doel is met ander woorde nie iets in die toekoms wat tasbaars is en wat ons 'n onbuigsame pad moet loop om dit te bereik nie, maar werk ons eerder met die *idee* van die toekoms in die hede; die toekoms bly altyd onbereikbaar. 'n Funksie is egter onherroepbaar en kan ons dit nie verander nie, ons kan nie teruggaan in tyd en die funksie wat vervul was verander nie. Die effek kan wel reggestel word deur 'n reagerende model.

Behalwe vir die ooreenkoms en die verskille tussen die konsepte funksie en doel, verskil die behelsingstrukture en die beperking in kapasiteit en interaksies van die item ter sprake wanneer daar op verskillende vlakke van gebruike gefokus word. Daar is drie verskillende vlakke van gebruike van die terme *funksie* en *doel*. Die drie vlakke is 1) wanneer daar na voorwerpe/nie-lewende sisteme verwys word, 2) wanneer daar na biologiese sisteme verwys word en 3) wanneer daar na breër-orde komplekse sisteme verwys word. Wanneer voorwerpe of nie-lewende sisteme ter sprake is, is die effisiënte oorsaak ekstern tot die voorwerp/nie-lewende sisteem. Voorwerpe/nie-lewende sisteme is nie geslote-tot-effisiënte oorsake nie en het 'n eksterne agent nodig om in wederkering te wees. As voorwerpe/nie-lewende sisteme

ter sprake is, behels dit in meeste gevalle die doel wat die breër-orde komplekse sisteem vir die voorwerp/nie-lewende sisteem het. Die mens skep 'n model/bouplan van hoe 'n stuk gereedskap moet lyk en doen om letters en syfers sigbaar te maak vir 'n versierende persoon. Die vorming van 'n leesbril is met ander woorde 'n teleologiese proses wat 'n einde in sig het (Human 2011: 215). Hierdie einde is die funksie wat die leesbril op my neus vervul. Die breër-orde komplekse sisteem sal altyd deel vorm van die effisiënte- of die formele oorsaak aangesien 'n voorwerp/nie-lewende sisteem nie sonder 'n breër-orde komplekse sisteem 'n funksie kan vervul nie. 'n Voorwerp/nie-lewende sisteem is nie geslote-tot-effisiënte oorsake nie. Wanneer sisteme betrokke is, bestaan die sisteem heel moontlik uit 'n aantal stelle van vier oorsaaklikheidsverduidelikings en sal die breër-orde komplekse sisteem een van 'n aantal effisiënte- of formele oorsake wees. Dit is ook belangrik om te noem dat nie slegs mense-agente se doel, as 'n effisiënte oorsaak, betrokke is nie, maar ook diere byvoorbeeld. 'n Gorilla kan byvoorbeeld die effisiënte oorsaak wees waar hy 'n takkie gebruik om miere uit 'n boomstomp te grou. Dit is die doel wat die gorilla stel vir die takkie en ook die funksie daarvan in daardie bepaalde konteks. Hierdie is wel 'n vermensliking van wat presies die gorilla se doel is, en het ons nie toegang tot sy formele sisteem nie of kommunikeer die gorilla nie sy doel/formele sisteem met ons nie, maar staaf dit steeds die argument dat nie slegs mense as effisiënte oorsake kan dien vir voorwerpe/nie-lewende sisteme nie. In meeste gevalle is die breër-orde komplekse sisteem se antisiperende model, dit wil sê die doel, betrokke by die uitvoer van 'n voorwerp/nie-lewende sisteem se funksie. Dit is juis hoekom die mens voorwerpe/nie-lewende sisteme skep om 'n sekere funksie vir die mens te vervul. Omdat voorwerpe/nie-lewende sisteme staties is, kan die doel wat die breër-orde komplekse sisteem vir die voorwerp/nie-lewende sisteem skep dieselfde wees as die funksie. Die doel kan maklik, in meeste gevalle, bereik word.

Alhoewel breër-orde komplekse sisteme betrokke is as effisiënte- of formele oorsake, kan 'n voorwerp/nie-lewende sisteem 'n funksie vervul sonder die doel van die breër-orde komplekse sisteem wat sy vooraf vir die voorwerp/nie-lewende sisteem in gedagte gehad het. In so 'n geval behels die stelle vier oorsaaklikhede nie die formele sisteem/doel van die breër-orde komplekse sisteem nie. In die voorbeeld van die leesbril was ek deel van die formele oorsaak deur die bril op die hoop

papiere te sit—ek was dus betrokke by die organisering van die konteks—maar was daar nie 'n voorafgestelde doel om die leesbril daar te sit om die funksie van 'n papiergewig te vervul nie. Dit was per toeval dat ek dit daar gesit het. Nuwe funksies van voorwerpe/nie-lewende sisteme kan emergeer sonder die doelbewuste invloed van 'n breër-orde komplekse sisteem. Dit was eers toe ek die leesbril van die hoop papiere verwyder het en die papiere in die tuin weggewaai het, dat ek die funksie van die leesbril as 'n papiergewig in daardie konteks toegeskryf het. Indien ons nuwe funksies aan voorwerpe/nie-lewende sisteme toeskryf, soos in die geval van die leesbril wat as 'n papiergewig dien, kan ons daardie nuwe funksies ook aanwend in 'n ander konteks soortgelyk aan die eerste konteks met die doel in gedagte dat dit as 'n papiergewig kan dien.

Hierdie tesis fokus veral op die funksie en doel in lewende organismes omdat die onderwerp tans floreer onder die biologie-filosowe. Hierdie idees rondom funksie en doel wil ek ook bekend maak onder die filosowe. Hoekom ek saam stem met hierdie idees uiteengesit deur Rosen, Poli, Cilliers en Morin is omdat dit ook op voorwerpe en nie-lewende sisteme van toepassing gemaak kan word, soos die bogenoemde paragrawe verduidelik. Funksie verwys in die geval van lewende organismes, soos in die geval van voorwerpe/nie-lewende organismes, na die wederkering tussen die item ter sprake en sy nabye omgewing in 'n sekere konteks. Anders as voorwerpe/nie-lewende sisteme is die effisiënte- en formele oorsake *intern* tot lewende organisme en is die sisteem toegerus om homself te kan herstel, genereer ensovoorts. Die lewende organisme is geslote-tot-effisiënte oorsake en is slegs oop-tot-materiële oorsake. Dit beteken dat formele sisteme/antisiperende modelle/doele/psigiese voorstellings intern tot die sisteem is en verkry slegs inligting uit sy nabye omgewing. Soos ek in Hoofstuk 2 en 3 uitgebrei het besit lewende organismes beide die eienskappe van lewe (funksies wat intern tot die sisteem plaasvind sonder die invloed van 'n eksterne agent) en om te kan antisipeer, en wissel lewende organismes slegs materiële oorsake met sy nabye omgewing, soos kos, water, suurstof, energie en inligting. Tog is daar wesenlike verskille tussen die komponente van 'n biologiese sisteem en die breër-orde komplekse sisteem.

Ek het tot die gevolgtrekking gekom dat daar ook wesenlike verskille is tussen die biologiese sisteem (soos die metabolisme en selle), dit wil sê die fokus is streng biologies van aard, en die breër-orde komplekse sisteme (soos die mens), wat meer fenomenologies van aard is, wanneer daar na funksie en antisiperende modelle verwys word. Die verskil is nie slegs tussen voorwerpe/nie-lewende sisteme en lewende organismes nie. Die dele van 'n biologiese sisteem is egter beperk in terme van die funksie wat die lewende organismes kan vervul en die antisiperende modelle wat dit kan skep. Sodra die konteks verander kan die funksie verander, en die doel kan verander wanneer nuwe inligting tot beskikking is. In terme van funksie wanneer dele van 'n biologiese sisteem ter sprake is, is die kapasiteit van die hart, sy interaksie met sy nabye omgewing en die konteks redelik beperk. Die hart kan byvoorbeeld net die aksie van klop uitvoer en 'n geluid maak en waar die enigste terugvoer wat die hart kan ontvang is om of vinniger of stadiger te klop. Alhoewel die hart vinnig aanpasbaar is tot hierdie verandering in aksie—as ek ewe skielik moet vlug vir 'n rower moet die hart vinnig kan aanpas tot die vereiste om vinniger te klop—is die soort aksie, dit wil sê kapasiteit, en die terugvoer steeds beperk. Antisiperende sisteme, soos die metabolisme, wat deel vorm van die biologiese sisteem is ook beperk in terme van sy kapasiteit en die interaksies wat dit vorm. Die genetiese kode, wat beskou kan word as die bouplan van 'n biologiese sisteem, is beperk: 'n pampoensaadjie sal nie ontkiem en in 'n roosboom groei nie. Die pampoensaadjie sal eerder in 'n volwasse pampoenplant groei. In hierdie tesis was dit moontlik om die hart as 'n toepaslike voorbeeld te gebruik omdat sy kapasiteit, relasies en konteks relatief beperk is.

Anders as biologiese sisteme is breër-orde komplekse sisteme nie so beperk in kapasiteit, interaksie en konteks nie. Binne een konteks kan 'n ma byvoorbeeld die rol van 'n ma, kok en onderwyser speel: die ma kan kook terwyl sy 'n moederfiguur vir haar dogter is en haar probeer help met haar huiswerk. In 'n oogwink kan die konteks verander en vervul sy 'n ander funksie soos om 'n raadgewer vir haar man te wees. Nie net vind die verandering vinnig plaas nie, maar is die verandering om oor 'n hele ander kapasiteit te beskik ook vinnig: 'n hart verander vinnig sy aksie om of vinniger of stadiger te klop maar beskik net oor die kapasiteit om te klop en 'n geluid te maak. 'n Ma se *soort* kapasiteit kan vinnig verander vanaf 'n onderwyser na 'n kok na 'n

raadgewer ensovoorts en kan ook hierdie kapasiteit gelyktydig uitvoer. 'n Breër-orde komplekse sisteem het meer kapasiteite as die dele van 'n biologiese sisteem. Die dele van 'n biologiese sisteem, soos die hart, het net die kapasiteit om te klop en 'n geluid te maak, en vind verandering in kapasiteit oor 'n lang tydperk plaas (deur middel van mutasie byvoorbeeld). Antisiperende modelle/doele van 'n breër-orde komplekse sisteem is ook nie beperk soos in die geval van die dele van 'n biologiese sisteem nie. Soos reeds genoem kan 'n breër-orde komplekse sisteem verskeie antisiperende modelle skep en wat ook teenstrydig met mekaar kan wees. Die dele van 'n biologiese sisteem is ook meer beperk in die terugvoer wat die sisteem ontvang as wat die breër-orde komplekse sisteem, in meeste gevalle, is as ons na funksie en selfs na doel verwys.

In die breë sin van my werk het ek twee primêre eienskappe genoem van lewende organismes. Die een eienskap is dat lewende organismes oor die eienskap van lewe beskik en die ander dat lewende organismes oor die eienskap van antisipasie beskik; hierdie twee eienskappe is samestellend. Deur funksie te beskryf kan ons ook verduidelik hoe lewe emergeer: dat lewe 'n emergerende eienskap is van die materiële sisteem waar die dele samehangend funksies vervul om self-fabrisering te veroorsaak. *Die funksie van 'n lewende organisme is dus om homself te fabriseer*; hierdie raamwerk oor funksie is streng biologies. Tog is hierdie net 'n biologiese uitkyk op funksie en lewende organismes. Lewende organismes as geheel, dit wil sê breër-orde komplekse sisteme, verkeer ook met sy nabye omgewing; nie net om water en kos uit dit te kry en voort te plant nie, maar ook om te leer hoe om dit suksesvol te kan doen.

Die sukses van die breër-orde komplekse sisteem is ook bepalend op die interaksie met sy nabye omgewing. Water, voedsel en 'n lewensmaat is nie altyd maklik bekombaar nie en verg dit van die breër-orde komplekse sisteem om kreatiewe maniere te skep hoe om te verkeer binne sy nabye omgewing om hierdie materiële oorsake te bekom. Hierdie kreatiewe maniere is slegs moontlik indien die idee van die toekoms aanwesig is en dit oop vir moontlikhede en ook onmoontlikhede is. Sonder die idee van die toekoms, stap die breër-orde komplekse sisteem teen 'n trajektorie, soos 'n geprogrammeerde masjien, waar geen nuutskepping plaasvind

nie. Die breër-orde komplekse sisteem is meer as net 'n geprogrammeerbare masjien en antisipeer wat moontlik met haarself en met haar nabye omgewing gaan gebeur sou sy 'n sekere aksie of besluit neem. So vorm die breër-orde komplekse sisteem *gewoontes van die lewe* deur te leer uit die verlede, geantisipeerde aanloklike sfere tesame met nuwe beslissings in die hede te maak, en aanhou te antisipeer om meer aanloklike sfere te bereik in die toekoms.

Tog is dit nie net 'n kwessie van invoer en uitvoer van materiële oorsake nie, maar kan dit vir die breër-orde komplekse sisteem iets meer sinvols beteken. Dit is veral betrokke by die mens as breër-orde komplekse sisteem. Die kos wat sy inneem word nie slegs gepluk en geëet vanaf 'n boom nie, maar word dit opgesny, as 'n appeltort gebak en met ander mense gedeel. Die water wat sy inneem word nie slegs gedrink om haar dors te les nie, maar word dit gebruik om haarself en haar klere te was: dit word 'n simbool vir reinheid. 'n Lewensmaat vervul nie slegs die funksie van voortplanting nie, maar is die entiteit se *eudamonia* ook afhanklik van daardie persoon se *eudamonia*, en dit kan plaasvind sonder die funksie van voortplanting. Die breër-orde komplekse sisteem is nie slegs 'n biologiese sisteem nie met die invoer en uitvoer van materiële oorsake nie, maar vorm dit ook 'n identiteit en word die entiteit as 'n outonoom beskou wat 'n groter en meer onseker wêreld intree. Die entiteit beïnvloed en word beïnvloed deur haar nabye omgewing. Sy vervul dus 'n funksie binne 'n groter konteks en haar antisiperende modelle kan gedeel word met mede antisiperende entiteite. Ander emergerende doele kan ook opduik weens die organisasie van die entiteit met haar nabye omgewing. Haar identiteit vorm deur die funksie wat sy in sisteme vervul, die keuses en aksies wat sy baseer op grond van haar antisiperende modelle, asook die nuwe beslissings sy maak binne kontekste wanneer haar antisiperende modelle nie genoeg is nie. Hierdie eienskappe van lewe en die gewoontes van die lewe tesame, is wat lewende organismes anders maak as voorwerpe en nie-lewende sisteme. En in sommige gevalle, soos in die geval van die mens, kan hierdie eienskappe ook fenomenologies van aard wees.

Verdere navorsing is egter nodig om meer in diepte sisteme wat breër-orde komplekse sisteme as komponente bevat te ondersoek, soos sosiale sisteme, ekosisteme en onderwysstelsels. In hierdie tesis het ek slegs op funksie en doel in

lewende organismes gefokus, alhoewel ek baie voorbeelde geskets het waar hierdie verduideliking van funksie en doel ook op breër-orde komplekse sisteme van toepassing gemaak kan word. Ek het heelwat voorbeelde van voorwerpe en nie-lewende sisteme gebruik wat funksie en doel, maar veral funksie weens die afwesigheid van die eienskap van antisipering in nie-lewende sisteme, ook onder hierdie benadering verduidelik kan word. 'n Nieuwe verduideliking en vinnige antwoord op hierdie punt is dat hierdie soort sisteme wel ook onder die relasionelebiologiebenadering beskou kan word in terme van funksie. Poli se idee oor antisipasie, tesame met Derrida se bydrae oor die onmoontlike, kan ook vir ons doel verduidelik wanneer sosiale sisteme byvoorbeeld beskou word. 'n Persoon kan die funksie binne 'n werksplek as hooffinansiële beampte vervul: indien die persoon uit die werksplek gehaal word dan is daar niemand wat advies lewer in terme van finansiële toestand van die maatskappy nie. Persone binne 'n maatskappy kan ook 'n gedeelde doel hê om die maatskappy te onderhou en te laat groei.

Aristoteles (1972) argumenteer dat die mens ook 'n funksie het:

... if we could first ascertain the function of man. For just as for a flute-player, a sculptor, or any artist, and, in general, for all things that have a function or activity, the good and the 'well' is thought to reside in the function, so would it seem to be for man, if he has a function.

(1097b25)

Die probleem is egter dat Aristoteles hierdie funksie, wat ook beskou kan word as 'n sosiale rol wat gevul word, as absoluut ag.

For that some should rule and others be ruled is a thing not only necessary, but expedient; from the hour of their birth, some are marked out for subjection, others for rule.

(1254a20)

Hierdie soort siening oor funksie word genoem die 'natuurlike funksie' ("natural function") (Norman 1998: 34), en val dit in die lokval van normatiewe toenaderings tot funksie. Dit is ook hoe Aristoteles die funksie van slawe, vroue en kinders as onderdane van die vrygebore manlike burger kan verdedig. Die probleem met hierdie siening van natuurlike funksie is dat dit terugkeer na die terme wat die

oorlewingswaardebenadering gebruik naamlik egte funksie en normale omstandighede. Funksie, soos uiteengesit onder die relasionelebiologiebenadering, kan gebruik word om die funksie wat 'n mens byvoorbeeld vervul binne 'n breër konteks as 'n *dinamiese* funksie te beskou. Dit is toevallig dat 'n persoon haarself bevind in die konteks waar sy die funksie van 'n slaaf vervul (haar doel sal dan wees om 'n *goeie* slaaf te wees, volgens Aristoteles), en nie natuurlik of 'n gegewe nie. Sy kan menigte funksies vervul en nie net as slaaf nie en die konteks kan ook verander dat sy nie meer 'n funksie as slaaf vervul nie. Die raamwerk is ook beperk deurdat dit net die persoon beskou in 'n meester-slaaf verhouding, en word ander interaksies beskou as geraas en onderdruk hierdie beskouing die kapasiteit van die persoon om meer as net 'n slaaf beskou te word. Verhoudings in komplekse sisteme is asimmetries van aard (Cilliers 2005: 3), maar dit beteken nie dit kan nie kan verander nie. Sisteme is dinamies en kan die verhoudings verander. Die probleem om funksie as natuurlike funksies te beskou, is dat as gevolg van magsverhoudings kan die konteks van 'n slaaf so gemanipuleer word dat die persoon beperk word in die interaksies wat moontlik die persoon in 'n ander konteks sal plaas. Dit kan met ander woorde as onderdrukking ("oppression") beskou word. Hierdie manipulasie beperk die persoon se kapasiteit, die interaksies wat gevorm word met haar nabye omgewing en die moontlikhede om beter en meer aanloklike sferes te bereik in die toekoms (dit wil sê beter antiserende modelle te skep), en vernietig die persoon. 'n Deeglike ondersoek en uitbreiding van breër-orde komplekse sisteem as komponente en hulle aksie as funksie en gedeelte antiserende modelle is egter nodig, maar deur hierdie skrywe in hierdie tesis het ek die onderwerp sigbaar en ryp gemaak.

Hierdie tesis het drie primêre bydraes gemaak. Die grootste bydrae hiervan is die herbesinning oor die begrippe funksie en doel wat ook die navorsingsvraag was in hierdie tesis. Ek het in besonderhede verduidelik wat presies bedoel word as ons na die konsep van funksie verwys en ook hoe om die funksie van 'n item ter sprake te bepaal. Ek het ook in besonderhede verduidelik wat presies bedoel word as ons na die konsep van doel verwys en het ek ook op die belangrike rol van die drie tydsvorme gefokus. Die tweede bydrae van hierdie tesis is die verskillende vlakke van gebruike, dit wil sê 1) as ons na voorwerpe/nie-lewende sisteme verwys, 2) na

lewende organismes verwys en 3) na breër-orde komplekse sisteme verwys. Elke vlak van gebruik se vier oorsaaklikheidsverduidelikings en die behelsingstrukture tussen hulle is anders saamgestel en in sommige gevalle is dit baie beperk. Die laaste primêre bydrae van hierdie tesis is dat ek sisteme in besonderhede verduidelik het. Ek het verskillende sisteme verduidelik en ook hoe hierdie sisteme insigself funksies kan vervul, of nie kan funksies vervul nie. Ek glo dus dat hierdie tesis die weg baan vir die uitbreiding oor funksie en doel in sisteme wat breër-orde komplekse sisteme as komponente het. Hierdie tesis bring nuwe en beter onthullings in die verstaan van die begrip funksie en die verstaan van die begrip doel. Die mens het die kapasiteit om moontlike funksies van items te kan antisipeer en so dus moontlike negatiewe effekte (finale oorsake/funksie) te kan verhoed, soos my voorbeeld van die bom skets. Alhoewel 'n item ter sprake se *funksie* onherroepbaar in tyd is, kan die skep van *doele* ons bystaan om beter toekomstige funksies te vervul.

BIBLIOGRAFIE

- Alexander, V.N. 2011. *The biologist's mistress: rethinking self-organization in art, literature, and nature*. United States of America: Emergent Publications.
- Aristotle. 1966. *Posterior analytics*. Translated by Hugh Tredennick. Cambridge: Harvard University Press.
- Aristotle. 1970. *Aristotle's physics books I and II*. Translated by W. Charlton. Oxford: The Clarendon Press.
- Aristotle. 1972. 'Politica' in *The works of Aristotle*. Volume X. Translated by B. Jowett. Oxford: Oxford University Press.
- Aristotle. 1975. 'Ethica Nicomachea' in *The works of Aristotle*. Volume IX. Translated by W.D. Ross. Oxford: Oxford University Press.
- Aristotle. 2000. *Nichomachean ethics*. Translated and edited by Roger Crisp. United Kingdom: Cambridge University Press.
- Ayala, F.J. 1970. "Teleological explanations in evolutionary biology" in *Philosophy of Science*. 37(1): 1-15.
- Bigelow, J. and Pargetter, R. 1987. "Functions" in *The Journal of Philosophy*. 84(4): 181-196.
- Boorse, C. 1976. "Wright on function" in *The Philosophical Review*. 85(1): 70-86.
- Bourgine, P. and Stewart, J. 2004. "Autopoiesis and cognition" in *Artificial Life*. 10: 327-345.
- Brandon, R.N. 1990. *Adaptation and environment*. Princeton: Princeton University Press.
- Canfield, J. 1964. "Teleological explanation in biology" in *The British Journal of the Philosophy of Science*. 14(56): 285-295.

- Chu, D.; Strand, R. and Fjellan, R. 2003. "Theories of complexity: common denominators of complex systems" in *Complexity*. 8(3): 19-30.
- Cilliers, P. 2000. "What can we learn from a theory of complexity?" in *Emergence*. 2(1): 23-33.
- Cilliers, P. 2005. *Complexity and postmodernism: understanding complex systems*. London: Routledge.
- Cilliers, P. 2006. "On the importance of a certain slowness" in *E:CO*. 8(3): 105-112.
- Cilliers, P.; Biggs, H.C.; Blignaut, S.; Choles, A.G.; Hofmeyr, J.S.; Jewitt, G.P.W. and Roux, D.J. 2013. "Complexity, modeling, and natural resource management" in *Ecology and Society*. 18(3): 1-12.
- Culler, J. 2005. *On deconstruction: theory and criticism after structuralism*. London: Routledge.
- Derrida, J. 1988. *Limited Inc*. United States of America: Northwestern University Press.
- Derrida, J. 1993. *Aporias*. Translated by T. Dutoit. Stanford: Stanford University Press.
- Derrida, J. 1997. *Deconstruction in a nutshell: a conversation with Jacques Derrida*. Edited with a commentary by John D. Caputo. New York: Fordham University Press.
- Edel, A. 1982. *Aristotle and his philosophy*. United States of America: The University of North Carolina Press.
- Galloway, A. 2006. "Collective remembering and the importance of forgetting: a critical design challenge" in *Designing for Collective Remembering Workshop, CHI*. 23: 1-5.
- Gould, S.J. and Vrba, E.S. 1982. "Exaptation - a missing term in the science of form" in *Paleobiology*. 8(1): 4-15.

- Gruner, R. 1966. "Teleological and functional explanations" in *Mind*. 75(300): 516-526.
- Hankinson, R. J. 2009. "Causes" in *A companion to Aristotle*. Edited by G. Anagnostopoulos. United Kingdom: Blackwell Publishing Ltd.
- Hawkins, S.B. 2007. "Desire and natural classification: Aristotle and Peirce on final cause" in *Transactions of the Charles S. Peirce Society*. 43(3): 521-541.
- Hegel, G.W.F. 1977. *Hegel's phenomenology of spirit*. Translated by A.V. Miller. London: Oxford University Press.
- Hernes, T. 2008. *Understanding organization as process: theory for a tangled world*. London: Routledge.
- Hocutt, M. 1974. "Aristotle's four becauses" in *Philosophy*. 49(190): 385-399.
- Hofmeyr, J.H. 2014. *Anticipation: complexity and the future*. A joint colloquium organized by the Centre for Studies in Complexity and the Association of Professional Futurist. Stellenbosch: Stellenbosch Institute for Advance Studies.
- Hugget, N. 2010. 'Zeno's paradoxes' in *Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2010 Edition), Edward N. Zalta (ed.),
URL=<<http://plato.stanford.edu/archives/win2010/entries/paradoks-zeno/>>.
- Human, Oliver. 2011. *Potential economies: complexity, novelty and the event*. Dissertation. South Africa: Stellenbosch University.
- Horan, B.L. 1989. "Functional explanations in sociobiology" in *Biology and Philosophy*. 4: 131-158.
- Kemp, S. 2009. "Unpredictability and nonlinearity in complexity theory: a critical appraisal" in *E:CO*. 11(1): 84-93.
- Laszlo, E. 1996. *The systems view of the world: a holistic vision for our time*. United States of America: Hampton Press.

- Louie, A.H. 2010. "Robert Rosen's anticipatory systems" in *Foresight*. 12(3): 18-29.
- Luisi, P.L. 2003. "Autopoiesis: a review and a reappraisal" in *Naturswissenschaften*. 90: 49-59.
- MacIntyre, A. 1998. *A short history of ethics*. London: Routledge Classics.
- MacIntyre, A. 1981. *After virtue: a study in moral theory*. London: Gerald Duckworth & Co. Ltd.
- Magidor, O. 2008. "Another note on Zeno's arrow" in *Phronesis*. 53: 359-372.
- Matthen, M. 2009. "Teleology in living things" in *A companion to Aristotle*. Edited by G. Anagnostopoulos. United Kingdom: Blackwell Publishing Ltd.
- Meadows, D.H. 2010. *Thinking in systems: a primer*. Edited by Diana Wright. London: Eartscan.
- Millikan, R.G. 1984. *Language, thought, and other biological categories*. Cambridge: MIT Press.
- Millikan, R.G. 1989. "Defense of proper functions" in *Philosophy of Science*. 56: 288-302.
- Millikan, R.G. 1995. *White queen psychology and other essays for Alice*. London: MIT Press.
- Mitchell, S.D. 1989. "The causal background of functional explanation" in *International Studies in the Philosophy of Science*. 3: 213-230.
- Mitchell, S.D. 1995. "Function, fitness and disposition" in *Biology and Philosophy*. 10: 39-54.
- Mills, S.K. and Beatty, J.H. 1979. "The propensity interpretation of fitness" in *Philosophy of Science*. 46(2): 263-286.
- Morin, E. 1992. "From the concept of system to the paradigm of complexity" in *Journal of Social and Evolutionary Systems*. 15(4): 371-385.

- Morin, E. 2006a. "Organization and complexity" in *Annals New York Academy of Science*. 879(1): 115-121.
- Morin, E. 2006b. "Restricted complexity, general complexity" presented at the *Colloquium Intelligence de la complexité: épistémologie et pragmatique*, Cerisy La-Salle, France, June 26th, 2005". Translated from French by Carlos Gershenson. 1-25.
- Morin, E. 2008. *On complexity*. New York: Hampton Press.
- Mossio, M.; Saborido, C. and Moreno, A. 2009. "An organizational account of biological functions" in *British Society for the Philosophy of Science*. 60: 813-841.
- Neander, K. 1991a. "Function as selected effects: the conceptual analyst's defense" in *Philosophy of Science*. 58: 168-184.
- Neander, K. 1991b. "The teleological notion of 'function'" in *Australasian Journal of Philosophy*. 69(4): 454-468.
- Nicolis, G. and Prigogine, I. 1977. *Self-organization in nonequilibrium systems: from dissipative structures to order through fluctuations*. Canada: John Wiley and Sons.
- Nietzsche, F. 1989. *On the genealogy of morals and Ecce Homo*. Translated by W. Kaufmann and R.J. Hollingdale. New York: Vintage Books.
- Norman, R. 1998. *The moral philosophers: an introduction to ethics*. London: Oxford University Press.
- Poli, R. 1972. "Planning, management, policies and strategies: four fuzzy concepts" in *Schedulad*. 77(16): 1-10.
- Poli, R. 2009. "The complexity of anticipation" in *Balkan Journal of Philosophy*. 1(1): 19-29.

- Poli, R. 2010a. "An introduction to the ontology of anticipation" in *Futures*. 42(7): 769-776.
- Poli, R. 2010b. "The many aspects of anticipation" in *Foresight*. 12(3): 7-17.
- Poli, R. 2010c. "The complexity of self-reference: a critical avaluation of Luhmann's theory of social systems" in *Dipartimento di Sociologia e Ricerca Sociale* 50: 1-47.
- Poli, R. 2012. "Complexity, acceleration, and anticipation" in *E:CO*. 14(4): 124-138.
- Poli, R. 2013a. "Overcoming divides" in *On The Horizon*. 21(1): 3-14.
- Poli, R. 2013b. "A note on the difference between complicated and complex social system" in *Cadmus*. 2(1): 142-147.
- Poli, R. 2014a. Anticipation: complexity and the future. *A joint colloquium organized by the Centre for Studies in Complexity and the Association of Professional Futurist*. Stellenbosch: Stellenbosch Institute for Advance Studies.
- Poli, R. 2014b. "Relational science, complexity and anticipation". *Forthcoming*. A chapter that was written during his fellowship at Stellenbosch Institute for Advanced Study (South Africa).
- Rashevsky, N. 1954. "Topology and life: in search of general mathematical principles in biology and sociology" in *Bulletin of Mathematical Biophysics*. 16(4): 317-348.
- Rosen, R. 1991. *Life itself: a comprehensive inquiry into the nature, origin, and fabrication of life*. New York: Columbia University Press.
- Rosen, R. 2012. *Anticipatory systems: philosophical, mathematical, and methodological foundations*. Second Edition. New York: Springer.
- Rossel, P. 2010. "Making anticipatory systems more robust" in *Foresight*. 12(3): 73-86.

- Ruse, M. 1973. *The philosophy of biology*. London: Hutchinson University Library.
- Shields, C. 2007. *Aristotle*. London: Routledge.
- Stoekl, A. 2007. *Bataille's peak: energy, religion, and postsustainability*. London: University of Minnesota Press.
- Stofberg, J.A. 1988. "Objectivity and the sociology of science" in *South African Journal of Philosophy*. 7(4): 213-225.
- Tinbergen, N. 1963. "On aims and methods of ethology" in *Zeitschrift für Tierpsychologie*. 20: 410-433.
- Thompson, E. 2007. *Mind in life: biology, phenomenology and the sciences of mind*. United States of America: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Van Peursen, C.A. 1972. *Phenomenology and reality*. Pittsburgh: Duquesne University Press.
- Varela, F.G.; Maturana, H.R. and Uribe, R. 1974. "Autopoiesis: the organization of living organisms, its characterization and a model" in *Biosystems*. 5: 187-196.
- Varela, F. 2000. *El fenomeno de la vida*. Santiago: Ensayo.
- Vella, J.A. 2008. *Aristotle: a guide for the perplexed*. London: Continuum International Publishing Group.
- Woermann, M. and Cilliers, P. 2012. "The ethics of complexity and the complexity of ethics" in *The South African Journal of Philosophy*. 31(2): 447-463.
- Wouters, A.G. 1999. *Explanation without a cause*. The Netherlands: Zeno.
- Žižek, S. 2014. *Event: philosophy in transit*. London: Penguin Books.